KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
REPUBLIK INDONESIA
2013



LUMPUR DAN HIDROLIKA LUMPUR PENGEBORAN

PK.TEKNIK PENGEBORAN MIGAS

LUMPUR DAN HIDROLIKA LUMPUR PEMBORAN

DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
TAHUN 2013

KATA PENGANTAR

Kurikulum 2013 adalah kurikulum berbasis kompetensi. Didalamnya dirumuskan secara terpadu kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan yang harus dikuasai peserta didikserta rumusan proses pembelajaran dan penilaian yang diperlukan oleh peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diinginkan.

Faktor pendukung terhadap keberhasilan Implementasi Kurikulum 2013 adalah ketersediaan Buku Siswa dan Buku Guru, sebagaibahan ajar dan sumber belajar yang ditulis dengan mengacu pada Kurikulum 2013. Buku Siswa ini dirancang dengan menggunakan proses pembelajaran yang sesuai untuk mencapai kompetensi yang telah dirumuskan dan diukur dengan proses penilaian yang sesuai.

Sejalan dengan itu, kompetensi keterampilan yang diharapkan dari seorang lulusan SMK adalah kemampuan pikir dan tindak yang efektif dan kreatif dalam ranah abstrak dan konkret. Kompetensi itu dirancang untuk dicapai melalui proses pembelajaran berbasis penemuan (*discovery learning*) melalui kegiatan-kegiatan berbentuk tugas (*project based learning*), dan penyelesaian masalah (*problem solving based learning*) yang mencakup proses mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi, dan mengomunikasikan. Khusus untuk SMK ditambah dengan kemampuan mencipta.

Sebagaimana lazimnya buku teks pembelajaran yang mengacu pada kurikulum berbasis kompetensi, buku ini memuat rencana pembelajaran berbasis aktivitas. Buku ini memuat urutan pembelajaran yang dinyatakan dalam kegiatan-kegiatan yang harus dilakukan peserta didik. Buku ini mengarahkan hal-hal yang harus dilakukan peserta didik bersama guru

dan teman sekelasnya untuk mencapai kompetensi tertentu; bukan buku yang materinya hanya dibaca, diisi, atau dihafal.

Buku ini merupakan penjabaran hal-hal yang harus dilakukan peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Sesuai dengan pendekatan kurikulum 2013, peserta didik diajak berani untuk mencari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Buku ini merupakan edisi ke-1. Oleh sebab itu buku ini perlu terus menerus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan.

Kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya sangat kami harapkan; sekaligus, akan terus memperkaya kualitas penyajianbuku ajar ini. Atas kontribusi itu, kami ucapkan terima kasih. Tak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada kontributor naskah, editor isi, dan editor bahasa atas kerjasamanya. Mudah-mudahan, kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan menengah kejuruan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

Jakarta, Januari 2014

Direktur Pembinaan SMK

Drs. M. Mustaghfirin Amin, MBA

DAFTAR ISI

BAB I
PENDAHULUAN

Tujuan dari operasi pemboran adalah mengebor, mengevaluasi dan menyelesaikan sumur yang akan menghasilkan minyak dan/atau gas secara efisien dan aman. Lumpur Pemboran (Drilling Fluid, Drilling Mud) merupakan salah satu sarana penting dalam operasi pemboran sumur-sumur minyak dan gas bumi untuk mencapai target yang direncanakan.
Pada mulanya orang hanya menggunakan air saja untuk mengangkat cutting dan dengan kemajuan zaman lumpur mulai digunakan.

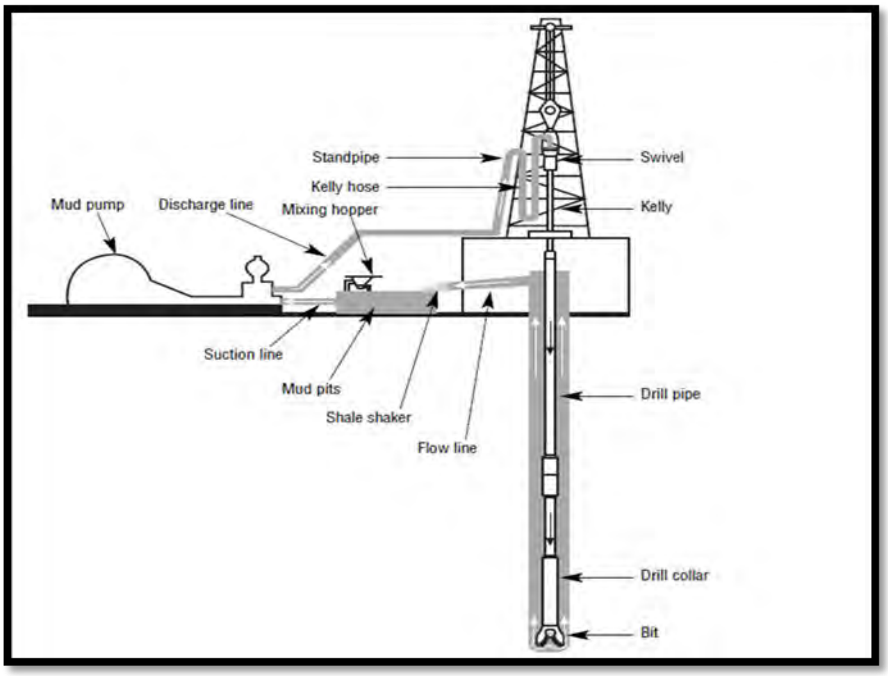
Pada bab ini kalian akan mempelajari apa itu lumpur pemboran, mengapa diperlukan lumpur dalam pemboran, dan bagaimana lumpur pemboran bekerja.

Lumpur ini berupa larutan (suspensi) berbagai bahan kimia dan mineral didalam air, minyak, gas,udara, atau busa dengan komposisi tertentu, sehingga nampak seperti lumpur dan karena itu diberi nama lumpur pemboran. Lumpur bor ini bekerja dengan jalan disirkulasikan menggunakan pompa lumpur (Mud Pump) yang kuat. Pompa ini adalah jenis Positive Displacemant Piston Pump, beberapa jenis bahkan dapat memproduksi tekanan hingga 5.000 psi. Pompa digerakkan dengan mesin diesel atau motor listrik. Untuk menghasilkan tekanan yang diperlukan dan laju aliran untuk kondisi khusus, misalnya untuk menggerakkan mud motor, diperlukan ukuran piston dan liner yang tepat. Ukuran nozzle bit juga dipilih yang sesuai. Hal ini disebut sebagai hydrauilic optimization, dan ini adalah untuk mendapat tingkat efisiensi pemboran.

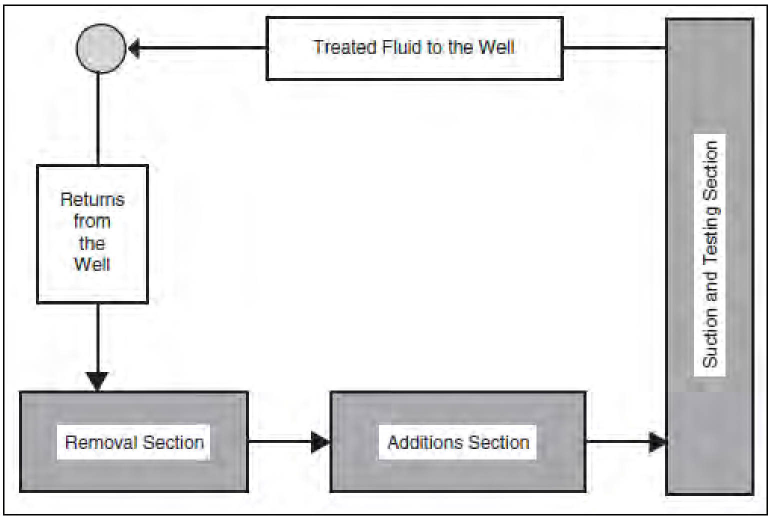
Setelah didapatkan tekanan lumpur pada tekanan yang diperlukan,lumpur kemudian mengalir ke stand pipe, pipa vertikal yang ditempatkan pada kaki derrick, kemudian melalui kelly hose (rotary hose), melalui swivel dan turun ke kelly. Lumpur kemudian masuk kedasar

lubang sumur melalui pipa bor ke bit. Bit umumnya mempunyai dua atau tiga nozzle (lubang jet) yang akan menaikkan kecepatan aliran lumpur menjadi hight velocity. Kecepatan jet lumpur ini akan menggosok dasar lubang bor untuk menjaga agar bit cutter tetap bersih dan menjaga agar bit tetap mendapatkan permukaan batuan yang segar untuk kemudian dibor. Dari dasar lubang, lumpur naik kepermukaan melalui annulus (ruang antara pipa bor dan dinding sumur) sambil membawa tahi bor (*cuttings*) yang dihasilkan bit. Dipermukaan terdapat tangki-tangki pengendap dan alat-alat pemisah (Solid Control Equipment) untuk memisahkan dan membersihkan lumpur dari *cuttings*, untuk kemudian disirkulasikan kembali kedalam lubang bor. Lumpur juga memiliki potensi energi yang berasal dari bahan-bahan kimia dan mineral yang dikandungnya (potensi fisiko-kimia) untuk menjalankan fungsi internal seperti menigkatkan kekentalan, berat jenis (tekanan hydrostatis), gel strength (mencegah pengendapan cutting) dsb.

Dipermukaan terdapat tangki-tangki pengendap dan alat-alat pemisah (*Solid Control Equipment*) untuk memisahkan dan membersihkan lumpur dari cuttings, untuk kemudian disirkulasikan kembali kedalam lubang bor



Gambar 1.1 Sistem Sirkulasi Lumpur Bor



Gambar 1.2. Skema aliran Lumpur Di Permukaan

1.1. Tempat Persiapan (preparation area)

Tempat persiapan lumpur pengeboran terdiri dari peralatan-peralatan yang diatur untuk memberikan fasilitas persiapan atau"treatment" lumpur bor. Tempat ini meliputi:

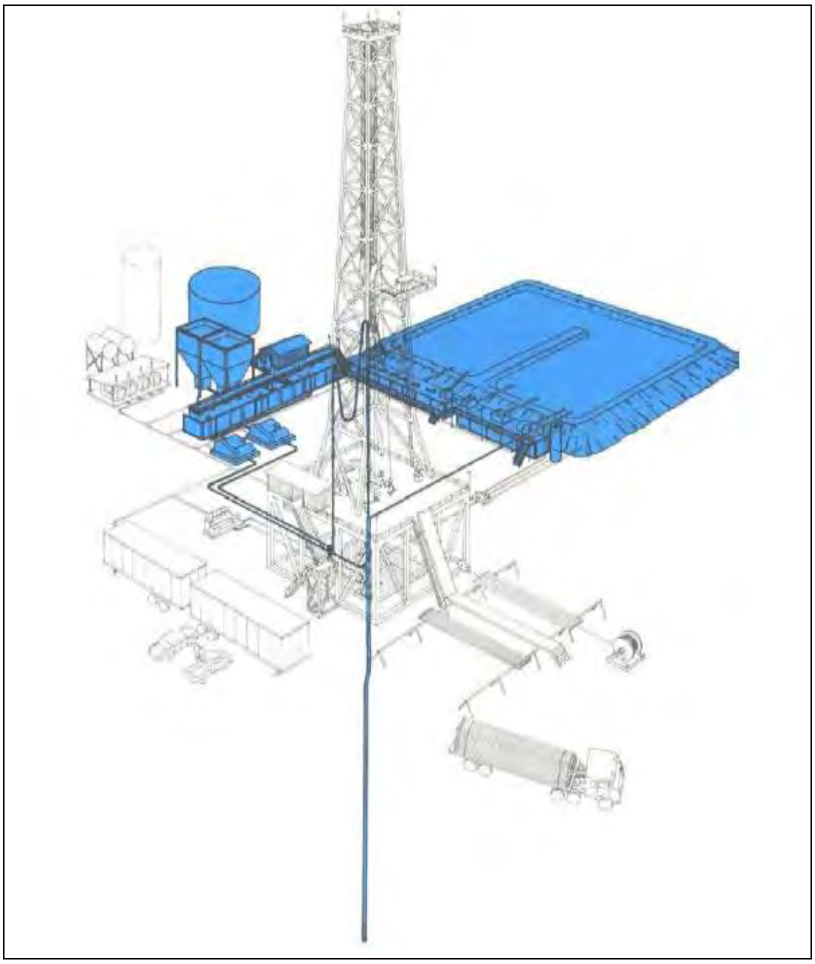
- Mud house

  merupakan gudang untuk menyimpan additives
- Steel mud pits/tank

  merupakan bakpenampung lumpur dipermukaan terbuat daribaja.
- Mixing hopper

  merupakan perlatan yang digunakan untuk menambah additives kedalam lumpur.
- Chemical mixing barrel

  merupakan peralatan untuk menambahkan bahan-bahan kimia (chemical) ke dalam lumpur.



Gambar 1.3 Fasilitas Sistem Sirkulasi Lumpur Pemboran di Lapangan

- Bulk storage bins
  Merupakan bins yang berukuran besar di gunakan untuk menambahkan additives dalam jumlah banyak.
- Water tank
  Merupakan tangki yang digunakan pada tempat persiapan lumpur.
- Reserve pit
  Merupakan kolam yang besar digunakan untuk menampung serbuk bor dan kelebihan lumpur.

Tempat ini merupakan tempat dimana cairan pengeboran dipersiapkan dan dirawat atau di ganti, tergantung dari keadaan di dalam lubang sumur. Perubahan-perubahan mungkin di perlukan antara lain :

- Agar selalu mendapatkan lubang sumur bor yang baik atau stabil.
- Untuk membentuk cairan pengeboran yang memiliki jenis yang cukup.
- Untuk membentuk cairan pengeboran yang mampu mentoleransi kemungkinan kontaminasi dari lubang bor yang sedang ditembus.
- Untuk mendapat sifat-sifat fluida pengeboran yang baik agar memperoleh sifat aliran yang baik.
- Untuk mempersiapkan lumpur agar tidak menimbulkan kerusakan pada formasi produktif.

Terdapat 4 macam kerja rutin utama di dalam mempersiapkan lumpur pengeboran yang biasa di lakukan tim pengeboran :

- Persiapan pertama, untuk membuat kekentalan (viskositas) lumpur.
- Mengurangi air tapisan.
- Penambahan bahan-bahan kimia lumpur, untuk membuat perubahan ikatan-ikatan kimia dalam lumpur pengeboran agar memiliki sifat lumpur yang baik.

Mixing Hopper

Peralatan ini berbentuk corong yang dipakai untuk menambahkan bahan lumpur berbentuk tepung kedalam cairan pengeboran pada waktu perawatan lumpur ditangki lumpur. Jenis yang banyak dipakai adalah Hopper jet, yang bekerja berdasarkan prinsip tekanan ruang hampa.

Gambar 1.4 Mixing Hopper



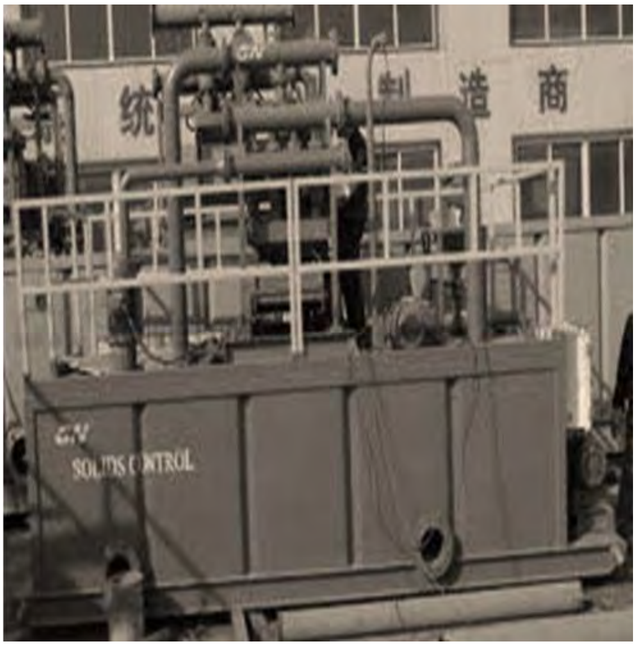
1.2. Rumah lumpur (Mud house)

Adalah suatu gudang penyimpan bahan lumpur tertutup. Terletak di samping mixing hopper, di area tempat mempersiapkan lumpur.

Didalam mud house ini terdapat tumpukan karung berisi bahan-bahan lumpur yang kering yang akan dipakai bila diperlukan didalam program perawatan cairan pengeboran untuk suatu formasi yang sedangdibor.

Gudang ini biasanya diletakan sama tingginya dengan bagian atas dari tangki lumpur, untuk mempermudah jalannya truk pengeboran dan agar bahan-bahan kimia tambahan tersimpan dalam keadaan kering, sehingga mempermudah untuk percampuran bahan lumpur tersebut

kesistem pencampuran.



Gambar 1.5mud house

Tangki-tangki baja untuk lumpur

Kotak-kotak baja berbentuk segi empat yang untuk menampung dan mengatur cairan pengeboran setelah keluar dari sumur bor.

Bulk Storage bins

Merupakan bejana tempat menyimpan yang terbentuk corong yang terletak disamping kolam lumpur daerah tempat mempersiapkan lumpur. Tangki-tangki ini berisi bahan-bahan tambahan yang besar seperti bentonite dan bahan-bahan pemberat (barite). Bejana tempat menyimpan bahan lumpur inibekerja berdasarkan prinsip gravitasi (gravity feed).

Tangki Air

Tangki air merupakan tempat menyimpan air yang diperlukan sebagai cadangan/persiapan. Sumber air berasal dari sumur-sumur air atau sumber air lainnya di sekitar lokasi pengeboran.

Kerjakan Soal – Soal Berikut ini :

1. Mengapa pemboran memerlukan lumpur ?
2. Dimanakah lumpur pemboran disiapkan
3. Sebutkan peralatan untuk mensirkulasikan lumpur pemboran !
4. Bagaimana cara untuk menjaga lumpur tetap bersih ?
5. Disebut apakah kotoran yang terbawa lumpur ke permukaan ?

BAB II
FUNGSI LUMPUR PEMBORAN

2.1 FUNGSI MAJOR :

1. Mengontrol tekanan formasi
2. Mengangkat cutting
3. Mempertahankan stabilitas lubang bor

2.1.1. Mengontrol tekanan formasi

Lumpur pemboran mengontrol tekanan formasi dengan tekanan hidrostatik. Tekanan hidrostatik adalah tenaga desak dengan kolom fluida dikalikan dengan berat fluida dan kedalaman (TVD). Tekanan fluida formasi umumnya adalah sekitar 0,465 psi/ft kedalaman. Pada tekanan yang normal air dan padatan di pemboran telah cukup untuk menahan tekanan formasi ini. Kegagalan mengontrol tekanan formasi mengakibatkan masuknya fluida formasi ke sumur yang mengakibatkan *kick*

Untuk tekanan yang lebih kecil dari normal (subnormal), density lumpur harus diperkecil agar lumpur tidak hilang masuk kedalan formasi. Sebaliknya untuk tekanan abnormal (lebih dari 0,465 psi/ft kedalaman), maka kadang-kadang perlu ditambahkan barite untuk memperberat lumpur pemboran.

Tekanan yang diakibatkan oleh kolom lumpur pemboran pada kedalaman D ft dapat dihitung dengan rumus :

$$P_m = 0{,}052 \ \ x d\rho m x D$$

Dimana :

Pm = tekanan hidrostatik lumpur, psi

Pm = densitas lumpur pemboran, ppg

D = kedalaman, ft

Perlu diketahui bahwa rumus diatas adalah berlaku untk keadaan statik. Tekanan pada formasi yang diakibatkan oleh fluida pada saat mengalir adalah tekanan yang dihitung dengan rumus diatas ditambah dengan pressure loss (kehilangan tekanan) pada annulus diatas formasi yang bersangkutan.

P_h = (k)(MW)(d)

P_h = Hydrostatic Pressure	k = Conversion Constant
MW = Mud Density	d = Depth TVD
k = .052 when d = Feet,	MW = lb/gal, P_h = Psi
k = .0069 5 when d = Feet,	MW = lb/ft^3, P_h = Psi
k = .098 when d = Meters,	MW = g/cm^3, P_h = Atmosphere

The 0.052 conversion factor is derived in the following manner:

2.1.2. Mengangkut cutting ke permukaan

Mengangkut cutting ke permukaan merupakan fungsi vital lumpur, mengangkut cutting yang dihasilkan oleh pahat melaui annulus.Daya angkut ini terutama dipengaruhi oleh profil aliran lumpur (annular velocity profile), berat jenis, yield point serta gel strength.

Apabila cutting tidak segera terangkat dari dasar sumur, maka akan tergiling lembut dan melekat pada bit (*bit balling*)dan akan menurunkan efektifitas pemboran

Faktor yang mempengaruhi cutting transport :

- Velocity (kecepatan fluida)

  Meningkatkan *velocity* dengan meningkatkan *pump rate*, ukuran borehole, dan ukuran drillstring
- Density

Meningkatkan kapasitas angkut melalui efek pengapungan (*bouyancy*) pada cutting

- Viscosity

  Meningkatkan pembuangan cutting

- Pipe rotation

  Rotasi akan melempar cutting ke area berkecepatan tinggi pada area dinding lubang bor dengan pipa bor

- Hole angle

  Meningkatnya sudut lubang bor akan mempersulit cutting tranport

Fluida pemboran juga harus memiliki kemampuan mengapungkan material cutttng selama proses pemboran berhenti karena *pipe connection, bit trips, running logging.*

- Kegagalan dalam mengapungkan material akan menyebabkan pengendapan material ke bagian lebih rendah
- Penurunan density lumpur

2.1.3. Mempertahankan stabilitas lubang bor

Tekanan hidrostatik lumpur pemboran bertindak seperti mengurung lubang bor. Gaya mengurung diperoleh dari terbentuknya lapisan tipis (*mud cake*)

Lumpur bor yang memproduksi cake berkualitas buruk atau tebal akan menyebabkan *stuck pipe*, kesulitan dalam *running cas*ing, dan menurunkan kualitas penyemenan

2.2 FUNGSI MINOR :

1. Menahan sebagian berat pipa
2. Mendinginkan dan melumasi bit dan *drilling assembly*
3. Menyalurkan tenaga hidrolik ke bit
4. Sebagai medium wireline logging

5. Memungkinkan dilakukan evaluasi formasi dan pengumpulan data geologi

2.2.1. Menahan sebagian berat pipa

Gaya apung fluida pemboran (*bouyancy*) akan menahan sebagian berat dari casing atau pipa bor, persamaan yang digunakan adalah :

$$\text{Buoyancy Factor} = \frac{65.4 - (\text{MW, lb/gal})}{65.4}$$

Mengalikan BF dengan berat pipa di udara akan mendapatkan berat pipa pada *hook load*.

Contoh soal :

1. Casing dengan berat diudara : 250.000 lb
   Berat lumpur 8,33 PPG
   Berapakah beban pada hook load ?

2. Rangkaian pemboran terdiri dari
   Drill pipe G105 = 4" OD, 11.85 lb/ft, 4000 ft.
   Drill collar = 6" OD, 2,5" ID 79 lb/ft, 400 ft.
   Berat jenis lumpur = 9,2 ppg.
   Berapakah :
   a. Bouyancy factor ?
   b. Berat rangkaian dalam lumpur ?

2.2.2. Mendinginkan dan melumasi bit dan drilling assembly

Panas dan friksi dapat timbul pada bit dan area antara drillstring dan lubang bor ketika operasi pemboran berlangsung. Konduksi formasi

umumnya kecil sehingga sukar menghilangkan panas ini, tetapi dengan aliran lumpur telah cukup untuk mendinginkan sistem.

Kontak antara drillstring dan dindng lubang sumur juga dapat menyebabkan torsi (*torque*) ketika berputar dan seretan (*drag)* ketika *tripping*

2.2.3. Menyalurkan tenaga hidrolik ke bit

Hydraulic Horsepower (HHP) terjadi pada bit sebagai akibat dari aliran fluida pemboran dan presusure drop melalui *bit nozzle*.

Energi tersebut dikonversi ke tenaga mekanik yang menyingkirkan cutting dari dasar lubang bor dan memperbaiki *Rate Of Penetration (ROP)*

2.2.4. Sebagai medium wireline logging

Fluida pemboran berbahan dasar udara, air, atau minyak mempunyai sifat karakteristik yang berbeda yang akan mempengaruhi dari pemilihan logging yang sesuai.

Fluida pemboran harus dievaluasi untuk keperluan pemilihan program logging yang sesuai

2.2.5. Memungkinkan dilakukan evaluasi formasi dan pengumpulan data geologi.

Pengumpulan dan intepretasi data geologi dari hasil pemboran , coring dan electric log digunakan untuk menentukan nilai ekonomis dari sumur yang sedang dibor.

Penetrasi oleh filtrat dari lumpur baik berbahan dasar air atau minyak akan mempengaruhi ketelitian dari perolehan data commersial yang sesungguhnya.

Lumpur pemboran dipilih yang dapat mempertahankan kondisi lubang agar dapat diperoleh pengukuran yang teliti

2.3 FUNGSI TAMBAHAN

1. Meminimalkan kerusakan lubang bor
2. Mengontrol korosi
3. Meminimalkan Loss sirkulasi
4. Menurunan kemungkinan *stuck pipe*
5. Meminimalkan kemungkinan *pressure loss*
6. Meningkatkan laju penembusan (ROP)
7. Meminimalkan pengaruh pada lingkungan
8. Meningkatkan keamanan dan keselamatan

2.3.1. Meminimalkan kerusakan lubang bor

Kerusakan formasi produktif dapat terjadi akibat lumpur yang buruk.

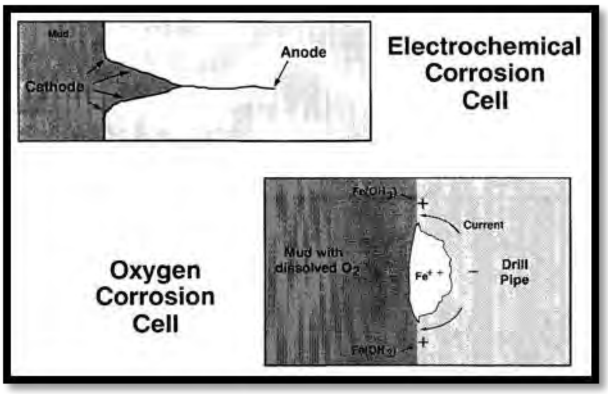
Kerusakan yang terjadi :

- migrasi butiran halus
- invasi padatan
- perubahan wettability

Mengontrol korosi

Corrosion control dapat menurunkan kegagalan drill string dengan cara menghilankan atau menetralkan kontaminasi zat corrosive

Produk pengontrol korosi khusus perlu ditambahkan pada lumpur

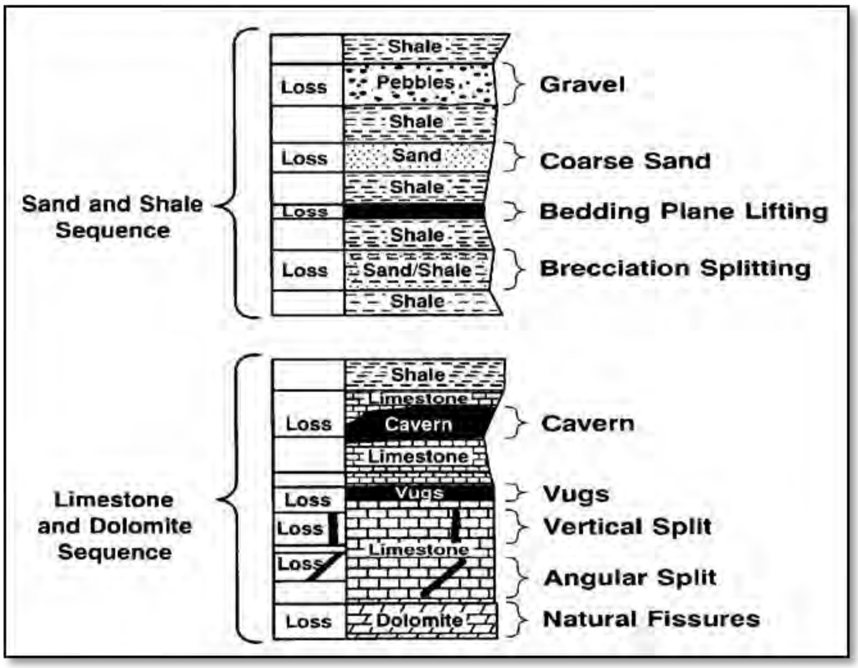


Gambar 2.1. Electrochemical Corrosion Cell

2.3.2. Meminimalkan Loss sirkulasi

Kehilangan lumpur melalui rekahan rekahan dapat menimbulkan biaya mahal dan adanya resiko terjadi *blow out*, *stuck pipe* dan kerusakan formasi. Pemilihan lumpur dengan densitas yang rendah dapat mengurangi resiko ini

Tipe tipe zona loss sirkulasi dapat dilihat pada gambar gambar 2.2.



Gambar 2.2. Macam-macam Loss Sirkulasi

2.3.3. Menurunan kemungkinan stuck pipe

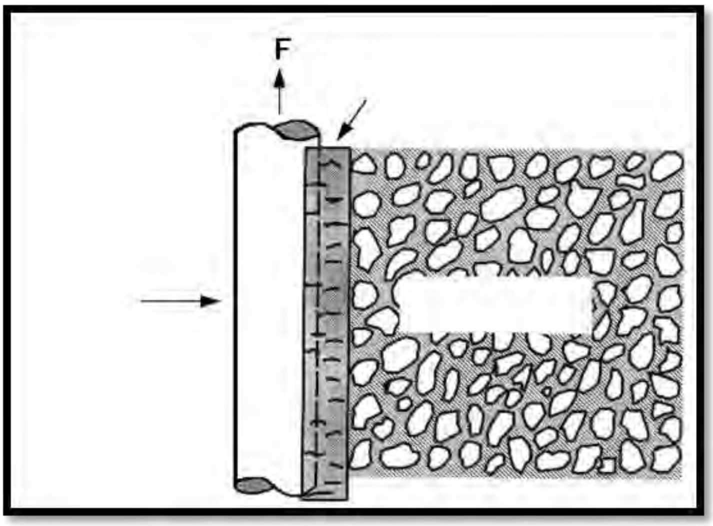
Pipe sticking dapat terjadi karena beberapa faktor :

- Pembersihan dasar sumur yang buruk
- Hole *sloughing*
- Loss sirkulasi
- *Differential pressure sticking*
- *Key seating*

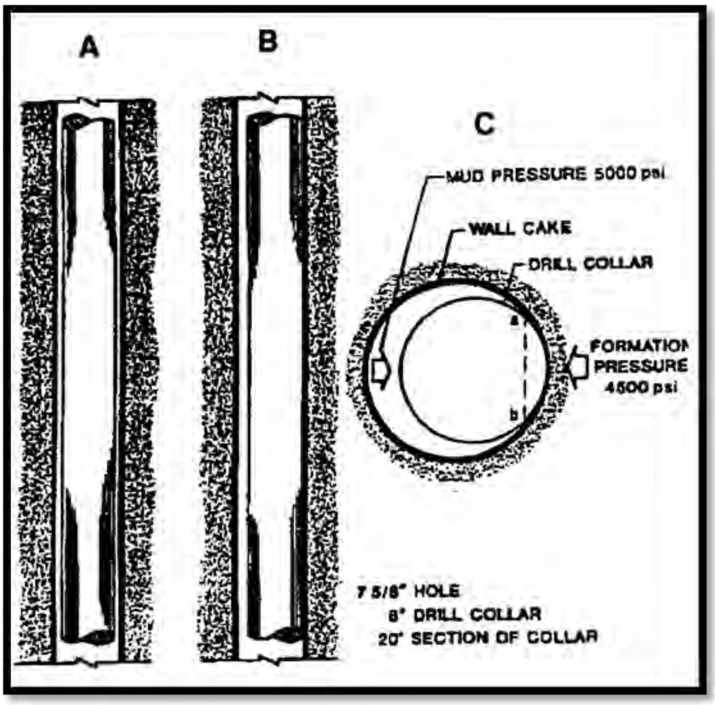
Differential Pipe sticking dapat dikenali ketika pipa bor tidak dapat diputar atau dinaik-turunkan tetapi sirkulasi lumpur berlangsung nornal dengan tekanan yang juga normal.

Kondisi-kondisi yang menyumbang terjadinya differential pipe sticking adalah:

- Permeabilitas formasi yang tinggi
- Sudut kemiringan lubang pemboran
- Sifat filtration lumpur yang buruk
- Geometri pipa bor dan lubang sumur
- Masa/waktu drill string tidak bergerak*(pipe connection, bit trips, running logging).*



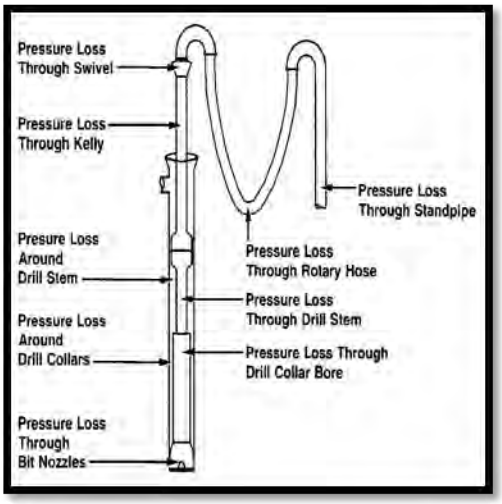
Gambar 2.3. Differential pressure sticking



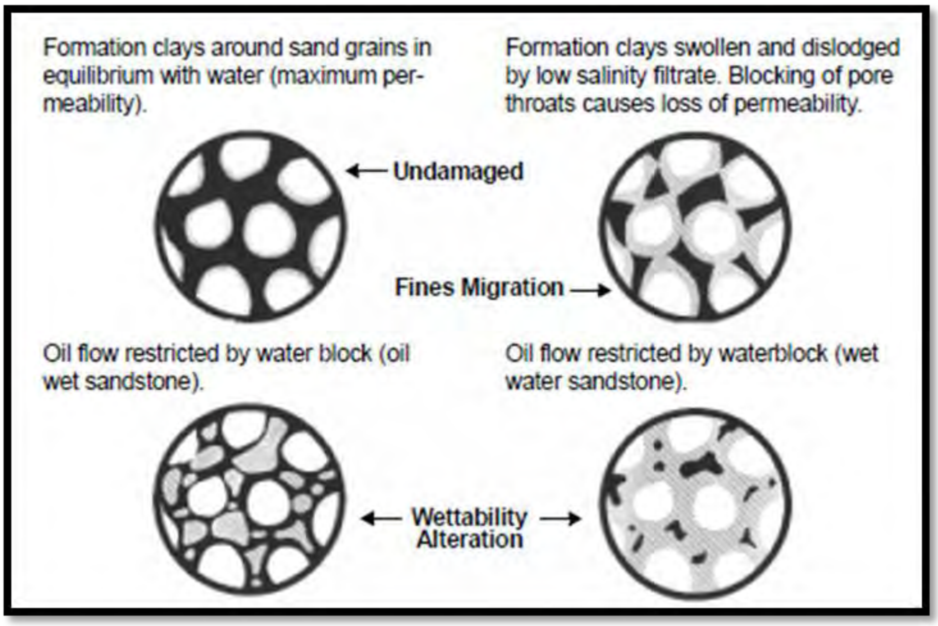
Gambar 2.4 Differential Pressure Sticking

2.3.4. Meminimalkan kemungkinan pressure loss

Penggunaan peralatan permukaan dapat dikurangi dengan mendesain lumpur minim loss yang meningkatkan efisiensi dari tenaga hidraulic



Gambar 2.4. Loss Circulation



Gambar 2.5. Kerusakan yang Terjadi pada Pori Batuan

2.3.5. Meningkatkan laju penembusan (ROP)

Penggunaan lumpur yang sesuai dapat meningkatkan laju penembusan dan mengurangi waktu pemboran serta mengurangi problem selama operasi pemboran.

Peningkatan laju pemboran juga dapat mengurangi biaya

2.3.6. Meminimalkan pengaruh pada lingkungan

Lumpur yang sesuai dapat mengurangi pengaruh buruk pada lingkungan sebagai akibat dari penggunaan lumpur bor.

Pencemaran pada kasus seperti tumpahan, reklamasi dan biaya pembuangan dapat ditekan dengan kontrol lumpur yang baik.

2.3.7. Meningkatkan keamanan dan keselamatan

Fluida pemboran perlu perancangan dalam hal keamanan akibat tekanan formasi dan akibat dari adanya H_2S.

2.4 KONTAMINAN FLUIDA PEMBORAN

Kontaminan adalah segala sesuatu ternasuk didalamnya, atom/ molekul / compound / senyawa / partikel padatan yang mampu merubah sifat fisika kimia pada fluida yang asli baik berasal dari formasi ataupun dari permukaan semaktu sirkulasi berlangsung.

PENGELOMPOKAN KONTAMINAN

1. KONTAMINAN PRIMER

   Kontaminan utama dalam pengeboran adalah dari serbuk bor (cutting) saat drilling dari ukuran sebuk yang besar diatas 144 micron sampai 2 mikron dan semen

2. KONTAMINAN SEKUNDER

   Kontaminan tingkat sekunder adalah berupa serbuk bor yang lebih halus ber ukuran koloid atau super mikro <2 micron

3. KONTAMINAN TERSIER

   Kontaminan tingkat tersier adalah kontaminasi yang berasal dari air formasi, gas dan minyak yang mengalir bercampur lumpur. Selain dari pada itu dapat pula karena bakteri Organik dan Unorganik.

2.5 PENCEGAHAN DAN MENGATASI KONTAMINAN

PENCEGAHAN DAN MENGATASI DENGAN PERALATAN MEKANIS

Pencegahan dan mengatasi dengan sistem ini adalah dengan memisakan dan membuang drill solid. Pemisakan ini yang paling edial adalah membuang seluruh drill solid demikian pertama kali akan masuk tangki lumpur yaitu di shale shaker. Tetapi bila drill solid lolos di shale shaker maka tahap berikutnya diupayakan pemisahan lagi walau berakibat terjadi

penurunan ukuran / pecah akibat adanya aliran turbulensi saat proses pemisahan. Adapun peralatan tersebut adalah:

- Sand trap
- Desander
- Desilter
- Mud cleaner (mud conditioner)
- Centrifuge
- Cutting Dryer
- Cooling Tower

2.6 DAMPAK BURUK DARI DRILL SOLID PADA SIFAT LUMPUR.

- Menaikkan Density lumpur
- Menaikkan Viscosity
- Menambah Filtrate lost dan tebal dari Mud Cake
- Menaikkan Solid Content
- Meningkat biaya lumpur
- Karena waterloss besar, mud cake jadi tebal, sehingga lebih tinggi resiko terjadi Differential Sticking, resiko swab effect, well kick dan dinding lubang borrutuh
- Torsi dan sangkutan meningkat
- Erosi dipermukaan peralatan meningkat
- Menurunkan Usia Bit
- Meningkat resiko Lost Circulation

- Menurunkan ROP
- Menigkatkan resiko Formation Damage
- Cement Job jelek
- Meningkatan problem dampak lingkungan

Peralatan Pengendali Solid Dengan Mechanical Separation

- Gumbo Chain (Gumbo adalah hydrated clays dalan ukuran besar)
- Shale shaker
- Sand trap (settlement)
- Degasser
- Desander
- Desilter dan mud cleaner
- Centrifuge

Kerjakan Soal – soal berikut ini

1. Tuliskan rumus tekanan hidrostatik !
2. Salah satu fungsi lumpur adalah menahan tekanan formasi , bagaimanakah jika fungsi tersebut gagal dijalankan ?
3. Sebutkan faktor – faktor yang mempengaruhi cutting transport !
4. Lumpur harus memiliki sifat mengapungkan material, Jelaskan !
5. Bagaimana untuk meminimalkan loss sirkulasi ?

BAB III
TYPE-TYPE LUMPUR PEMBORAN.

Pada mulanya orang hanya menggunakan air saja untuk mengangkat serpih pemboran. Lalu dengan berkembangnya teknologi pemboran, lumpur mulai digunakan. Untuk memperbaiki sifat-sifat lumpur, zat-zat kimia ditambahkan dan akhirnya digunakan pula udara dan gas untuk pemboran.

Sesuai dengan lithologi dan stratigrafi yang berbeda-beda untuk setiap lapangan, serta tujuan pemboran yang berbeda-beda (eksplorasi, pengembangan,kerja ulang) kita mengenal type/sistem lumpur yang berbeda-beda pulaseperti:

1. Sistem Lumpur Tak Terdispersi (Non Dispersed).
   Termasuk diantaranya lumpur tajak untuk permukaan dan sumur dangkal dengan treatment yang sangat terbatas.
2. Sistem Lumpur Terdispersi untuk sumur yang lebih dalam yang membutuhkan berat jenis yang lebih tinggi atau kondisi lubang yang problematis. Lumpur perlu didispersikan menggunakan dispersant seperti senyawa Lignosulfonat, Lignite serta Tannin
3. Lime Mud (Calcium Treated Mud), sistem Lumpur yang mengandalkan ion-ion Calcium untuk melindungi lapisan formasi shale yang mudah runtuh karena menyerap air.
4. Sistem Lumpur Air Garam yang mengandalkan larutan garam (NaCl, KCl)) untuk mengurangi pembasahan formasi oleh air.
5. Sistem Lumpur Polymer yang mengandalkan polymer-polymer seperti Poly Acrylate, Xanthan Gum, Cellulosa untuk melindungi formasi dan mencegah terlarutnya cuttings kedalam lumpur bor. Sistem ini dapat ditingkatkan kemampuannya dengan

menambahkan garam KCl atau NaCl, sehingga sistem ini disebut Salt Polymer System.

6. Oil Base Mud. Untuk mengebor lapisan formasi yang sangat peka terhadap air, digunakan sistem lumpur yang menggunakan minyak sebagai medium pelarut. Bahan-bahan kimia yang dipakai haruslah dapat larut atau kompatibel dengan minyak, berbeda dengan bahan kimia yang larut dalam air. Sistem Lumpur ini Sistem Lumpur ini sangat handal melindungi desintefrasi formasi, tahan suhu tinggi, akan tetapi kecuali mahal juga kurang ramah lingkungan (mencemari)
7. Sistem Lumpur Synthetis menggunakan fluida sintetis dar jenis ester, ether, dan poly alha olefin, untuk menggantikan minyak sebagai medium pelarut. Lumpur ini sekualitas dengan Oil Based Mud, ramah lingkungan, akan tetapi dianggap terlalu mahal.

Komposisi Lumpur Pemboran

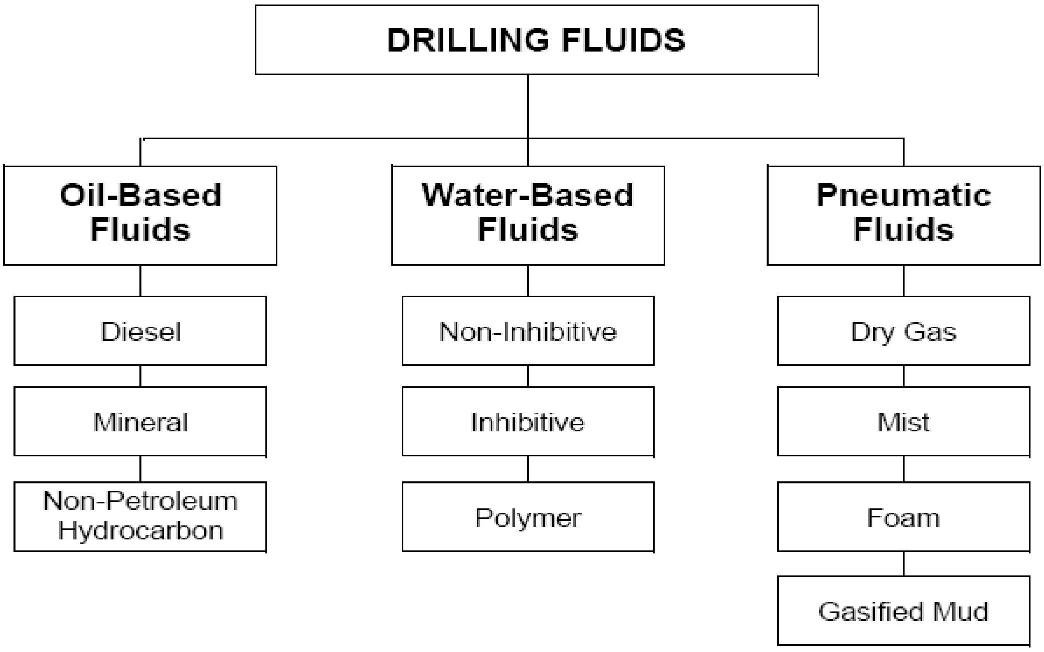
Secara umum lumpur pemboran mempunyai empat komponen atau fasa :

- Fasa Cairan : minyak atau air
- Padatan reaktf solid (padatan yang bereaksi dengan air membentuk koloid)
- Padatan inert solid (zat padat yang tidak bereaksi)dan
- Zat additif : Bahan-bahan kimia

3.1 Fasa Cairan Lumpur

Ini dapat berupa minyak atau air, air juga dapat dibagi dua, air tawar dan air asin. Sekitar 75% lumpur pemboran menggunakan air. Sedang pada air asin dapat dibagi lagi menjadi air asin jenuh dan air asin tak jenuh. Istilah oil base digunakan bila minyaknya lebih dari 95%.

Drilling Fluids Classification



3.1.1. Oil Base Mud dan Oil Emulsion Mud

Lumpur ini mengandung minyak sebagai fasa kontinyunya. Komposisinya diatur agar kadar airnya rendah (3 – 5%). Lumpur ini tidak sensitif terhadap kontaminant. Tetapi airnya adalah kontaminan karena memberi efek negatif bagi kestabilan lumpur ini. Untuk mengontrol viscositas, menaikkan gel strength, mengurangi efek kontaminasi air dan mengurangi filtrat loss perlu ditambahkan zat-zat kimia.

Manfaat oil base mud didasarkan pada kenyataan bahwa filtratnya adalah minyak karena itu tidak akan menghidratkan shale atau clay yang sensitif baik terhadap formasi biasa maupun formasi produktif (jadi dapat digunakan sebagai completion mud). Manfaat lain adalah untuk melepaskan drillpipe yang terjepit, mempermudah pemasangan casing dan liner.

Oil base mud ini harus ditempatkan pada tangki baja untuk menghindari kontainasi air, rig juga dipersiapkan agar tidak kotor dan bahaya api berkurang.

Lumpur ini digunakan pada pemboran lapisan shale yang menyusahkan, dan untuk mempertahankan stabilitas sumur. Juga pada sumur dengan sudut *deviasi* tinggi.

- Keuntungan: Lumpur ini dapat digunakan pada pemboran sumur dengan temperatur/tekanan tinggi, juga tahan terhadap garam dan H_2S
- Kerugian jika digunakan terus menerus :
    1. Mahal
    2. Material pemberat tidak dapat tersuspensi karena kurangnya struktur gel
    3. Viscositas bervariasi tergantung dari tempat diperolehnya crude oil
    4. Fluid loss kedalam formasi berlebihan
    5. Dapat terjadi bahaya kebakaran karena terdiri dari unsur-unsur yang volatil didalam crude oil
    6. kefektifan penyekatan formasi jelek karena tidak adanya padatan koloidal yang dapat menghasilkan “wall cake”

Untuk mengatasi kerugian-kerugian tersebut, melakukan pengembangan sistem yang sifatnya telah diprediksi sehingga dapat menjaga keefektifan selama operasi pemboran atau komplesi. Penelitian ini dilakukan terhadap dua front utama. Usaha pertama adalah mentreatment minyak sehingga material pemberat dapat tersuspensi. Kedua melibatkan sejumlah emulsifying air yang relatif besar kedalam minyak. Penelitian terhadap kedua front tersebut menghasilkan dua sistem oil base yang secara, umum disebut sebagai true oil mud dan invert emulsion. Kedua sistem tersebut diperoleh dari mud service company.

Sistem ini sangat komplek dan harus diawasi oleh orang-orang yang terlatih dalam semua tahap operasi termasuk formulasi, pendesakan, perawatan, prosedur test khusus, peralatan yang hanya digunakan untuk oil base mud dan awal pengenalan problem.

Teknologi oil base mud sangat berbeda dengan water base mud. Pemantauan terhadap sifat-sifat lumur bukan sebagai sesuatu yang dapat diprediksi, terutamajika pengguna lumpur (mud user) tersebut tidak dimengerti atau mengetahui sifat-sifat kimia dari produk yang digunakan atau jika bahan kimia dari yang digunakan berasal dari berbagai supplier yang berbeda jenis produknya. Keanekaragaman bahan kimia yang digunakan untuk oil base mud tampaknya sedikit. Akan tetapi sebenarnya dapat merusak sistem lumpur jika penggunaanya tidak sesuai. Dalam sistem wate base mud, pada umumnya dapat diprediksi pengaruh treatment kimia dan kontaminan terhadap sifat-sifat fisik lumpur, tetapi untuk oil base mud tidak selalu demukian terutama jika orang yang bertugas sebagai pengawas belum mendapatkan latihan yang memadai

Meskipun sistem lumpur oil base relatif mahal dibanding dengan lumpur water base, penggunaanya telah semakin meningkat pada dasa warsa yang lalu .

Penggunaan sistem lumpur oil base terutama adalah untuk :

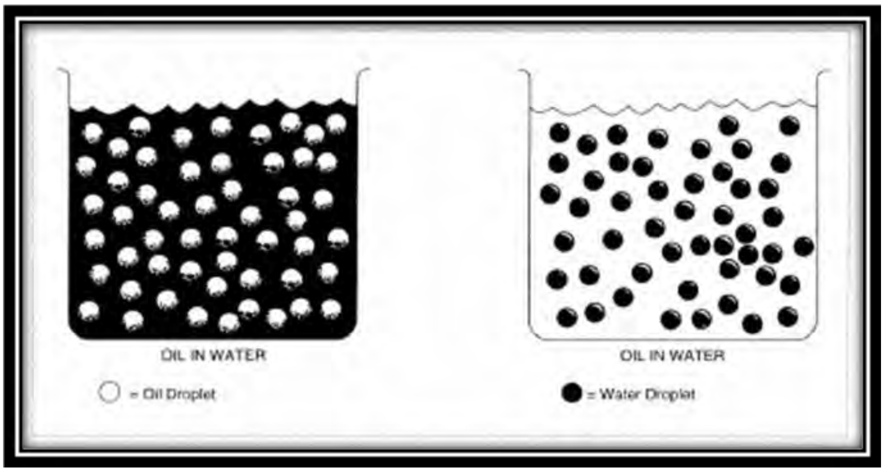
1. Pemboran yang mengalami problem shale
2. Pemboran dalam dan bertemperatur tinggi
3. Fluida komplesi
4. Fluida workover
5. Fluida packer
6. Fluida perendam untuk pipa terjepit
7. pemboran zona garam yang masif
8. Fluida Coring
9. Pemboran formasi yang mengandung hydrogen sulfide dan karbon dioksida

Emulsi didefinisikan sebagai dispersi suatu fluida, yang terdiri dari fasa internal dalam fluida yang lain, dan fasa eksternal atau fasa kontinyu. Emulsi terdiri dari 2 jenis cairan yang tidak dapat tercampur satu dengan

yang lain, tetapi fasa internalnya terdispersi dalam fasa kontinyu dalam bentuk butiran-butiran kecil

Jika butir-butir air terdispersi dalam minyak, maka akan terbentuk water in oil emulsion, jika butir-butir minyak terdispersi dalam air, maka akan menghasilkan oil in water emulsion. Ada 3 istilah yang sering muncul dalam literatur lumpur pemboran yaitu : oil-emulsion mud, oil-base mud dam invert emulsion mud. Istilah *“oil-emulsion mud”* hanya digunakan untuk oil in water system. Oil base mud biasanya mengandung 3-5% air yang teremulsi dalam minyak sebagai fasa kontinyu. Invert emulsion mud dapat mengandung sampai 80% air (walapun secara umum sekitar 50%) teremulsi dalam minyak. Sedangkan 2 yang terakhir adalah water in oil emulsion.

Oil Emulsion Mud dan oil base mud mempunyai minyak sebagai fasa kontinyu dan air sebagai fasa tersebar. Umumnya oil base emulsion mud mampunyai faedah yang sama seperti oil base mud, yaitu filtratnya adalah minyak. Perbedaanya dengan oil base mud adalah air ditambahkan sebagai tambahan yang bermanfaat dan bukan sebagai kontaminasi. Air yang teremulsi dapat berkisar antara 15 – 50% volume, tergantung density dan temperatur yang temperatur yang dihadapi dalam pemboran. Karena air merupakan bagian dari lumpur ini maka lumpur mempunyai sifat-sifat berbeda dari oil base mud yaitu ia dapat mengurangi bahaya api, tolerant terhadap air, dan pengontrolan flow propertiesnya dapat seperti water base mud.



Gambar 3.1. Emulsi

KOMPOSISI LUMPUR MINYAK (OIL MUD)

Produk dasar yang diperlukan untuk formasi baik oil base mud ataupun invert emulsion system adalah sebagai berikut :

a. Diesel oil atau nontoxic mineral oil
b. Air
c. Emulsifier
d. Wetting agent
e. Oil-wettable organophillic clay
f. Lime
g. Barite/Hematite

Produk-produk pelengkap meliputi :

1. Calcium Chloride/sodium chloride
2. Asphaltenes
3. Oil-wettable lignites
4. Calcium carbonate
5. Thinner

FORMULASI LAPANGAN

keberhasilan oil base mud dilapangan memerlukan persiapan yang lama. Dengan alasan ini, maka perlu diadakan pertemuan dengan mud

company untuk mendiskusikan peralatan pencampur khusus atau bahan – bahan yang diperlukan, prosedur pencampuran, prosedur pendesakan, spesifikasi sifat-sifat lumpur, dan tersedianya peralatan test khusus. Perencanaan harus dipertimbangkan dalam pertemuan tersebut untuk menangani kemungkinan problem yang akan terjadi, seperti pipa terjepit, loss circullation, gas kick.

Pertemuan juga harus diselenggarakan dengan drilling contractor untuk menyusun peralatan-peralatan khusus atau memodifikasi – memodifikasi peralatan yang ada untuk menangani oil base mud secara memadai.

Prosedur Pencampuran Diesel Oil Base Mud

Berikut adalah prosedur pencampuran berdasarkan asumsi bahwa fasilitas penyimpanan dan pencampuran tersedia dilokasi pemboran :

1. Larutatkan sodium atau calcium chloride secukupnya dalam air pada tangki pencampur terpisah.
2. Tambahkan volume diesel oil atau nontoxic sesuai dengan kebutuhan ke dalam tangki pencampur utama.
3. Tambahkan sedikit demi sedikit basic emulsifier kedalam diesel oil atau nontoxic oil pada waktu sirkulasi melalui hopper.
4. Pada waktu sirkulasi tambahkan sedikit demi sedikit sekitar setengah air sodium atau calcium chloride dalam campuran diesel oil/nontoxic oil emulsifier.
5. Tambahkan lime melalui hopper
6. Tambahkan emulsifier tambahan dan wetting agent
7. Sirkulasikan sistem dengan kuat, menggunakan lumpur gum sampai test terbentuk emulsi yang stabil.
8. Tambahkan material pemberat secukupnya.

Prosedur Pendesakan

Prosedur pendesakan merupakan tujuan utama untuk meminimalkan kontaminasioil base mud dengan lumpur yang sedang didesak (biasanya berupa lumpur water base) dan dengan filter cake dari dinding lubang bor. Langkah pertama adalah mengkondisikan lumpur yang akan didesak agar harga gel strength dan yield point berkurang. Langkah berikutnya adalah menyiapkan spacer, yaitu berupa gelled diesel oil untuk memisahkan fluida pendesak dan lumpur yang akan didesak. Beberapa perusahaan telah mengembangkan spacer yang dapat dipercepat baik digunakan pada penyemenan maupun pendesakan oil base mud. Spacer tersebut kadang-kadang merupakan campuran dari emulsifier dan wetting agent yang tidak membentuk gel strength yang tinggi pada bidang antara oil dan water base mud. Metoda pendesakan yang lainya adalah menggunakan spearhead dengan highly viscous bentonite dan diikuti oleh diesel oil dan fluida pendesak. Faktor ketiga dalam proses pendesakan adalah laju pemompaan. Pada umumnya, pendesakan harus menggunakan aliran turbulen. Disamping itu juga dilakukan dengan memutar dan menaik-turunkan drill string.

SIFAT-SIFAT FISIK LUMPUR MINYAK

Pemantauan sifat-sifat fisik oil base mud sangat penting. Meskipun sistem lumpur dipersiapkan secara memadai, tetapi biasanya menunjukan adanya perubahan sifat-sifat tersebut. Oleh karena itu, trend sifat-sifat fisik harus dipantau dan jika perlu dilakukan koreksi-koreksi sebelum terjadi problem yang serius.

High Temperature/High pressure (HTHP) Fluid Loss

Pengontrolan fluid loss dari oilo base mud bukan merupakan problem yang umum karena bahan –bahan yang digunakan formulasinya sistem lumpur tersebut dan micellar emulsion sangat efektif untuk

menyekat ruang pori yang sangat kecil. API fluid loss lumpur minyak biasanya mendekati nol. HTHP fluid loss dari oil mud dan invert system bervariasi antara 15 sampai 30 cc/menit.

Telah lama disadari bahwa bahan-bahan koloid dalam lumpur mempunyai pengaruh merusak terhadap laju penembusan . studi microbit oleh fonenot oleh Simpson dan hasil uji lapangan yang dilaporkan oleh **O'brien et al**. Menunjukan bahwa pengurangan kadar koloid dari sistem oil base mud dapat menaikan laju penembusan . karena fluid loss yang sangat rendah dan laju penembusan yang sangat rendah telah terjadi ciri dari lumpur minyak.

HTHP fluid loss test dilakukan dilaboratorium dengan menggunakan tekanan 750 psi pada fluida dengan back pressure 250 psi pada tabung penerima untuk mencegah flashing atau penguapan dari filtrat minyak. Beberapa peralatan uji lapangan menggunakan 600 psi dan 100 psi back pressure untuk memperoleh perbedaan tekanan 500 psi. Penampang melintang HTHP cell adalah setengah dari regular API fluid loss cell, sehingga volume filtrat yang terkumpul harus dikalikan dua. Uji temperatur dan tekanan harus selalu dilaporkan dengan volume filtrat terkoreksi

Sifat-sifat Aliran

Sifat-sifat aliran (plastic viscocity,yield point, gel strength) dipengaruhi oleh banyaknya dan ukuran butir-butir air yang teremulasi dalam minyak ; jumlah , ukuran dan kondisi total padatan yang terkandung didalam sistem lumpur, dan elektrokimia dan interaksi fisik dari padatan, air, dan hadirnya minyak,. Sifat-sifat aliran lumpur minyak dikembangkan padatan 4 metoda dasar :

1. Sabun yang tidak larut, jika dibasahi dengan minyak, membentuk struktur rantai panjang

2. Bahan-bahan asphaltic yang menghasilkan viscositas melalui interaksi mekanis
3. Organophillic yang menghasilkan viscositas melalui interaksi mekanis
4. Butir-butir emulsi yang menyerupai struktur micellar yang sangat kecil.

Pengukuran sifat-sifat aliran sistem oil base pada permukaan dapat memberikan trend yang baik terhadap perubahan fluida, tetapi dapat menyesatkan/keliru jika pengaruh kondisi temperatur dan tekanan pada lubang bor tidak diperhitungkan. Pengukuran sifat-sifat contoh lumpur minyak yang diambil dipermukaan juga dapat memberikan informasi penting terhadap perubahan sistem yang mungkin terjadi, tetapi kondisi lubang bor yang sesungguhnya dapat menyebabkan harga pengukuran dipermukaan terlalu jauh berbeda dengan kondisi didasar lubang bor. Viscositas baik air maupun minyak berkurang dengan naiknya temperatur, tetapi kedua fasa fluida tersebut perilakunya sangat berbeda dengan naiknya tekanan. Viscositas air tetap tidak berubah dengan naiknya tekanan, tetapi viscositas diesel oil, sebagai contoh, naik secara tajam dengan bertambahnya tekanan.

Oil-Water Ratio

Seperti telah dijelaskan dimuka, bahwa sistem oil base mempunyai fasa eksternal minyak dan fasa internal air, yang bervariasi dari 5% vol sampai sekitar 50% vol. Jika campuran dari kedua fasa tersebut diputus secara mekanis dengan hadirnya emulsifier yang memadai, air akan terdispersi dalam butir-butir yang sangat kecil, yang disebut sebagai colloidal micelles. Mereka mempunyai pengaruh yang sama terhadap viscositas yang diperoleh jika koloid ditambahkan kedalam lumpur water base. Oleh karena itu naiknya kadar air atau berkurangnya oil water ratio akan menyebabkan naiknya viscositas, sedangkan dengan bertambahnya kadar minyak untuk mengatur viscositas oil base mud biasanya tidak dilakukan kecuali untuk kondisi khusus.

Dalam perencanaan oil base mud, cara terbaik adalah dimulai dengan oil water ratio minimum dan mencoba menjaga ratio ini sedekat mungkin selama pemboran berlangsung.

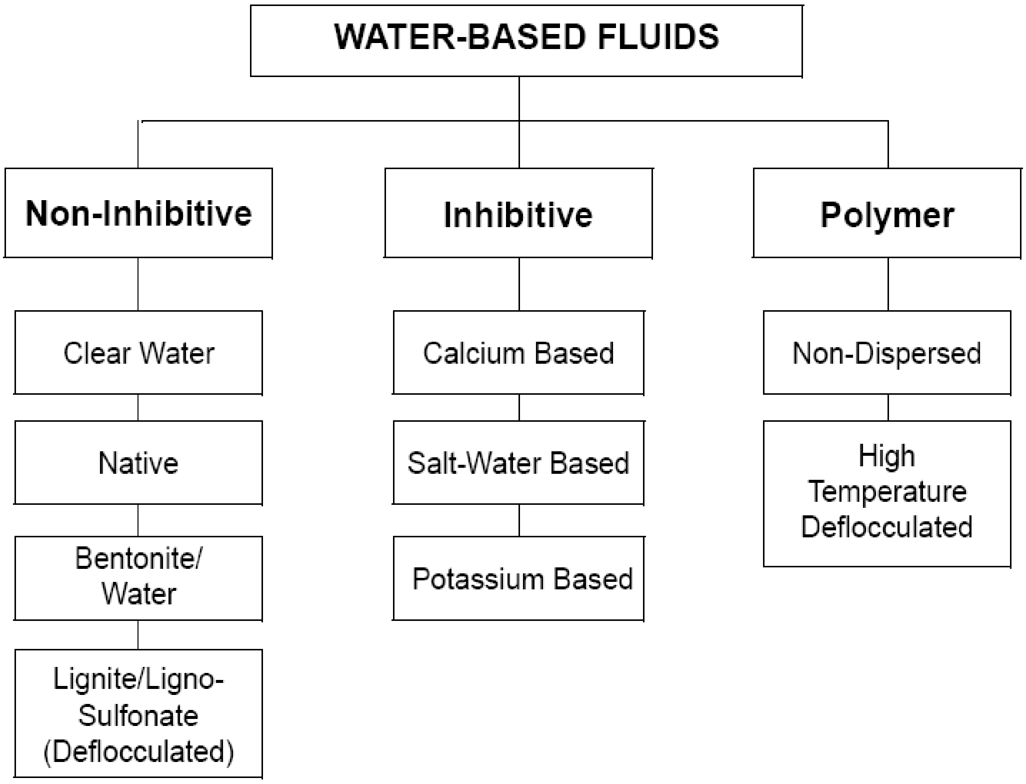
Padatan (Solids)

Padatan halus masuk kedalam oil base mud selama proses pemboran dan menaikan viscositas, berasal dari 3 sumber, yaitu : 1).Organophilic clay, 2). Naiknya kadar air yang membentuk colloidal micelles, dan 3). Cutting (drilled solids). Kelompok pertama, organophilic clay dapat dikontrol. Sumber padatan kedua, colloidal micelles, dapat dikontrol kecuali dalam kasus aliran air yang mengkontaminasi sistem. Kelompok ketiga, cutting merupakan masalah yang paling,besar.
Bahkan dengan sistem solid control yang paling efektif pun, cutting akan tetap bertambah dalam sistem oil base. Cutting dalam oil base mud sering terjadi terutama karena cutting tidak menghidrat dalam sistem eksternal minyak. Hal ini menunjukan bahwa padatan tidak menghidrat dalam sistem lumpur minyak. Ketika cutting menjadi koloid, tidak dapat dipisahkan dengan peralatan pemisah padatan. jika jumlah padatan terlalu banyak, maka akan menaikan viscositas, dan hanya treatment dengan minyak untuk menurunkan viscositas tersebut.

3.1.2. Water Base Mud

Paling banyak digunakan,mudah pembuatannya, murah perawatannya, mudah diformulasikan untuk mengatasi kebanyakan problem pemboran

Water-Based Fluids



- Non Inhibited
  - Tidak cukup kuat menahan swelling dari clay, biasanya digunakan sebagai Spud Mud
- Inhibited
  - Lumayan dapat menahan swelling clay, biasa digunakan pada lapisan clay yang mungkin dapat terjadi hidrasi
- Polymer Fluid
  - Mengandalkan makro molekul, dengan atau tanpa pengaruh dari clay.

Fresh Water Mud

Fresh Water Mud adalah lumpur pemboran yang fasa cairnya dalah air tawar dengan kadar garam yang kecil (kurang dari 10.000 ppm = 1% berat garam). Fresh Water Mud terdiri dari :

a) Spud Mud

Spud mud digunakan untuk membor formasi bagian atas bagi conductor casing. Fungsi utamanya mengangkat casing dan membuka lubang di permukaan (formasi atas). Volume yang diperlukan biasnya sedikit dan dapat dibuat dari air dan bentonite atau clay air tawar yang lain. Tambahan bentonite atau clay diperlukan untuk menaikkan viscositas dan gel strength bila membor pada zona-zona loss. Kadang loss circulation material. Density harus kecil saja sekedar cukup menahan tekanan reservoir.

b) Natural Mud

Natural mud dibuat dari pecahan-pecahan cutting dalam fasa air. Sifat-sifatnya bervariasi tergantung dari formasi yang dibor. Umumnya lumpur pemboran tipe ini digunakan untuk pemboran yang cepat seperti pada pemboran pada surface casing (permukaan). Dengan bertambahnya kedalaman pemboran sifat-sifat lumpur pemboran yang lebih baik diperlukan dan natural mud ini ditreated dengan zat-zat kimia dan additif-additif koloidal. Beratnya sekitar 9,1 – 10,2 ppg dan viscositasnya 35 – 45 detik/qt

c) Bentonite – treated Mud

Mencakup sebagian besar dari tipe-tipe lumpur air tawar. Bentonite adalah material yang paling umum digunakan untuk membuat koloid inorganis untuk mengurangi filter loss dan mengurangi tebal mud cake. Bentonite juga menaikkan viscositas dan gel strength yang mana dapat dikontrol dengan thinner

d) Phosphate reated mud

Mengandung polyphosphate untuk mengontrol viscositas dan gel strength. Penambahan zat ini akan berakibat pada terdispersinya fraksi-fraksi clay koloid padat sehingga density

lumpur dapat cukup besar tetapi viscositas dan gel strength-nya rendah. Ia dapat mengurangi filter loss serta mud cake dapat tipis. Tannin sering ditambahkan bersama dengan polyphosphate untuk pengontrolan lumpur. Polyphosphate tidak stabil pada temperatur tinggi (sumur-sumur dalam) dan akan kehilangan efeknya sebagai thinnner. Polyphosphate akan rusak pada kedalaman 10.000 ft atau temperatur 160 – 180^{o} F karena akan berubah menjadi orthophosphate yang malah akan menyebabkan flokulasi. Juga Polyphosphate mud akan sukar dikontrol pada density lumpur pemboran yang tinggi (sering berhubungan dengan pemboran dalam). Dengan penambahan zat-zat kimia dan air, density lumpur dapat dijadikan 9 – 11 ppg. Polyphosphate juga menggumpal bila terkena kontaminasi NaCl, calcium sulfate atau kontaminasi semen dalam jumlah banyak

e) Organic Colloid treated Mud

Terdiri dari penambahan pregelatinized starch atau carboxymethylcellulose pada lumpur. Karena organic koloid tidak terlalu sensitive terhadap flokulasi seperti clay maka kontrol filtrasinya pada lumpur yang terkontaminasi dapat dilakukan dengan organic coloid ini baik untuk mengurangi filtration loss pada fresh water mud. Dalam kebanyakan lumpur pemboran penurunan filter los lebih banyak dapat dilakukan dengan koloid organic daripada dengan inorganic.

f) Red Mud

Red mud mendapatkan warna merahnya dari warna yang dihasilkan oleh treatment dengan caustic soda dan quebracho (merah tua). Istilah ini akan tetap digunakan walaupun nama-nama koloid yang sekarang ini dipakai mungkin menyebabkan warna abu-abu kehitaman. Umumnya nama ini digunakan untuk lignin-lignin tertentu dan humic thinner selain untuk tannin

diatas. Suatu jenis lain lumpur ini adalah alkaline tannate treatment dengan penambahan polyphosphate untuk lumpur dengan pH dibawah 10. Perbandingan alkaline, organic dan polyphosphate dapat diatur sesuai dengan kebutuhan setempat. Alkaline tannate treated mud mempunyai range pH 8 – 13. Alkaline tannate dengan pH kurang dari 10 sangat sensitif terhadap flokulasi karena kontaminasi garam. Dengan naiknya pH maka lebih sulit untuk terjadi flokulasi. Untuk pH lebih dari 11,5 pregelatinized starchdapat digunakantanpa bahaya fermentasi. Dibawah pH ini preservative harus digunakan untuk mencegah fermentasi (meragi) pada fresh water mud. Jika diperlukan density lumpur yang tinggi lebihmurah jika digunakan treatment yang menghasilkan calcium treated mud dengan pH 12 atau lebih.

g) Calcium Mud

Lumpur pemboran ini mengandung larutan calcium yang sengaja ditambahkan dalam bentuk slaked lime (kapur mati), semen, plaster ($CaSO_4$) dipasaran atau CaCl2. Tetapi dapat juga dikarenakan pemboran semen, anhydrite dan gypsum.

- Lime – treated

  Lumpur ini ditreated dengan caustic soda atau organic thinner, hydrate lime. Treatment ini menghasilkan lumpur dengan pH 11,8 atau lebih, dan 3 – 20 epm (60 – 100 ppm) ion ca dalam filtrat. Lumpur ini menghasilkan viscositas dan gel strength yang rendah, memberi suspensi yang baik bagi material-material pemberat, mudah dikontrol padadensity sampai dengan 20 ppg, tolerant terhadap konsentrasi garam (penyebab flokulasi) yang relatif besar dan mudah dibuat dengan filter loss rendah. Keuntungannya adalah terutama pada kemampuannya untuk membawa konsentrasi padatan

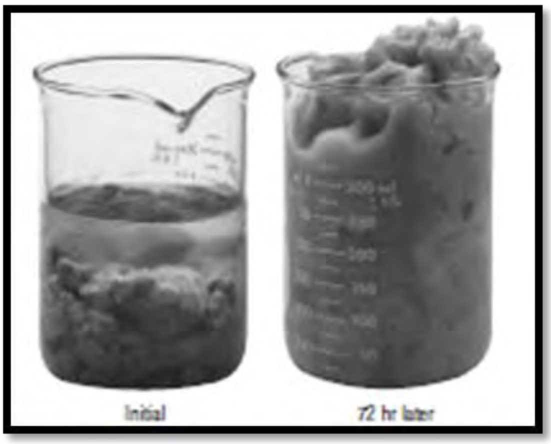
clay dalam jumlah besar pada viscositas yang lebih rendah. Lumpur ini cocok untuk pemboran dalam dan untuk mendapatkan density tinggi. Kecenderungannya yang memadat pada suhu tinggi dapat dihalangi untuk sementara waktu dengan bahan kimia untuk memberi kesempatan pemboran berlangsung beserta tes–tes sumurnya . Suatu lumpur Lime – treated yang cenderung memadat tidak boleh tertinggal pada casing – tubing annulus pada waktu well completion dilangsungkan. Penyelidikan-penyelidikan pada lumpur pemboran ini menghasilkan variasi-variasi lumpur ysng lebih sukar memadat.

- Gypsum treated mud

  Lumpur ini berguna untuk membor formasi anhydrite dan gypsum, terutama bila formasinya interbedded (selang-seling) dengan garam dan shale. Treatmentnya adalah dengan mencampur base mud (lumpur dasar) dengan plaster (CaSO4 dipasaran) sebelum formasi formasi anhydrite dan gypsum dibor. Dengan penambahan plaster tersebut pada rate yang terkontrol, maka viscositas dan gel strength yang berhubungan dengan kontaminan ini dapat dibatasi. Setelah clay pada lumpur beraksi dengan ion Ca, tidak akan terjadi pengentalan lebih lanjut dalam pemboran formasi gypsum atau garam.

- Calcium – treated

  Selain hydrated lime dan gypsum telah digunakan tetapi tidak meluas/ Juga zay-zat kimia yang memberi supply kation multivalent untuk base exchange clay (pertukaran ion-ion pada clay) seperti $Ba(OH)_2$ telah digunakan.



Gambar 3.2 Hydrasi bentonite pada air tawar



Gambar 3.3 Hydrasi bentonite pada air asin

Salt Water Mud

Lumpur pemboran ini digunakan terutama untuk membor garam massive (salt dome) atau salt stringer (lapisan formasi garam) dan kadang-kadang bila ada aliran air garam yang ikut terbor. Filtrate loss-nya besar dan mud cake-nya tebal bila tidak ditambah organic colloid. pH lumpur dibawah 8, karena itu perlu ditambah preservative untuk menahan fermentasi starch. Jika salt mud-nya mempunyai pH yang lebih tinggi fermentasi terhalang oleh basa. Suspensi ini bisa diperbaiki dengan penggunaan attapulgite sebagai pengganti bentonite. Ada dua tipe Salt Water Mud :

a) Unsaturated Salt Water Mud

Air laut dari lepas pantai atau teluk sering digunakan untuk lumpur yang tak jenuh kegaramannya ini. Kegaraman (salinity) lumpur ini ditandai dengan

- Filtrat loss besar kecuali ditreated dengan organic colloid
- Gel strength medium-tinggi kecuali ditreated dengan thinner
- Suspensi yang tinggi kecuali ditreated dengan attapulgite atau organic colloid

Lumpur ini bisa berbusa (foaming) yang bisa diredusir dengan

- Menambahkan soluble surface active agents
- Menambah zat kimia untuk menurunkan gel strength

b) Saturated Salt Water Mud

Fasa cair lumpur ini dijenuhkan dengan NaCl. Garam-garam lain dapat pula berada dalam sistem dalam jumlah yang berbeda-beda. Lumpur ini dapat digunakan untuk membor sumur-sumur garam dimana rongga-rongga yang terjadi karena pelarutan garam dapat menyebabkan hilangnya lumpur, dan ini dicegah oleh penjenuhan garam terlebih dahulu pada lumpurnya.

Lumpur pemboran ini juga dibuat dengan menambahkan air garam yang jenuh untuk mengencerkan dan pengaturan volume.

3.1.3. PneumaticFluid/Gaseous Drilling Fluid (Berbahan dasar udara/gas)

Digunakan untuk pemboran zona depleted atau area dengan tekanan rendah yang mungkin terjadi, juga didaerah dengan formasi keras dan kering dengan gas atau udara dipompakan pada annulus, salurannya harus rapat tidak boleh bocor.

Keuntungan adalah laju penembusan tinggi, lumpur ini juga baik untuk completion pada zone-zone dengan tekanan rendah.

Tetapi adanya formasi air dapat menyebabkan bit balling (bit dilapisi serbuk cutting atau padatan-padatan) yang akan sangat merugikan karena menurunkan Rate of Penetration. Tekanan formasi yang besar tidak mengijinkan penggunaan lumpur jenis ini, juga kemungkinan terjadi loss sirkulasi atau kerusakan formasi produktif .

Suatu cara pertengahan antara lumpur cair dengan gas adalah aerated mud drilling dimana sejumlah besar udara (lebih dari 95%) ditekan pada sirkulasi lumpur untuk memperendah tekanan hidrostatik (untuk loss circulation zone)

3.2 Padatan Bahan Dasar Lumpur

Reactive Solids

Reactive solids yaitu : padatan yang bereaksi dengan air membentuk koloid (clay). Padatan ini bereaksi dengan sekelilingnya untuk membentuk koloidal. Dalam hal ini clay air tawar seperti bentonite mengabsorpsi air tawar dan membentuk lumpur. Istilah “yield” digunakan untuk menyatakan jumlah barrel lumpur yang dapat dihasilkan dari satu ton clay agar viscositas lumpurnya 15 cp.

Untuk bentonite yieldnya kira-kira 100 bbl/ton. Dalam hal ini bentonite mengabsorpsi air tawar pada permukaan partikel-partikelnya, hingga kenaikan volumenya sampai 10 kali atau lebih, yang disebut “swelling” atau “hidrasi.

Untuk salt water clay (attapulgite), swelling akan terjadi baik di air tawar atau di air asin dan karena dipakai untuk pengeboran dengan “salt water muds”. Baik bentonite atau attapulgite akan memberikan kenaikkan viscositas pada lumpur. Untuk oil base mud, viscositas dinaikkan dengan penaikkan kadar air dan penggunaan asphalt.

Inert solids

Inert solids atau padatan yang tidak bereaksi dengan lumpur dapat berupa barite ($BaSO_4$) ataupun galena atau biji besi yang digunakan untuk menaikkan densitas. Inert solids ini dapat juga berasal dari formasiformasi yang dibor dan terbawa lumpur seperti chert, sand atau clay-clay non swelling, dan padatan-padatan seperti bukan disengaja untuk menaikkan densitas lumpur dan perlu dibuang secepat mungkin karena dapat menyebabkan abrasi dan kerusakan pada pompa, dll.

Bahan Kimia Lumpur

Seperti kita ketahui, berbagai aditif berupa bahan kimia (baik yang diproduksi khusus untuk keperluan lumpur pemboran maupun bahan kimia umum) dan mineral dibutuhkan untuk memberikan karakeristik pada lumpur pemboran. Bahan-bahan tersebut dapat diklasifikasi sebagai berikut:

1. Viscosifiers (bahan pengental) seperti
    - Bentonite,
    - CMC
    - Attapulgite dan
    - polymer
2. Weighting Materials (Pemberat):
    - Barite,
    - Calcium Carbonate,
    - Garam2 terlarut.
3. Thinners (Pengencer):
    - Quobracho (sebagai dispesan)
    - Phosphates
    - Lignosulfonate
    - Lignite
    - Surfactant
    - Poly Acrylate

4. Filtrat Reducers :
    - Starch
    - CMC
    - PAC
    - Acrylate
    - Bentonite
    - Dispersant
5. Loss Circulation Materials :
    - Granular
    - Flake
    - Fibrous
    - Slurries
6. Aditif Khusus:
    - Flocculant
    - Corrosion Control
    - Defoamer
    - pH Control
    - Lubricant

Dalam memilih bahan kimia (additive) lumpur pemboran untuk menentukan komposisi dan perawatan sistem lumpur, maka seorang drilling engineer harus mampu menjawab permasalahan-permasalahan sebagai berikut :

- Apakah fungsi utama dari additif yang digunakan dalam lumpur, seperti viscosifier, flluid loss reducer ?
- Apakah aditif tersebut mempunyai sifat koloid, seperti viscositas dan gel ?
- Berapa batas maksimum temperatur terhadap stabilitas bahan tersebut ?
- Dimana jenis lumpur tersebut diaplikasikan ?

- Bagaimana pengaruh akumulasi low density solid terhadap keefektifan bahan kimia yang digunakan ?
- Bagaimana toleransi aditif terhadap garam dan kalsium ?
- Berapakah range penambahan aditif yang direkomendasikan ?
- Berapa harga bahan kimia yang digunakan ? apakah cukup ekonomis ?
- Bagaimana cara menjaga kualitas dalam memproduksi aditif ?
- Apakah sudah dilakukan uji laboratorium maupun uji lapangan terhadap aditif yang akan digunakan ?
- Apakah bahan kimia tersebut dapat menyebabkan kerusakan formasi ?

Dari berbagai pengalaman menunjukan bahwa bahan kimia/aditif lumpur harus dilakukan pengembangan secara komprehensif agar diskripsi kimia produk aditif-aditif sesuai dengan fungsi seperti yang tercantum dalam klasifikasinya jika suatu produk aditif telah didiskripsikan dengan lengkap, maka dapat dikelompokkan sesuai dengan fungsinya secara cepat.

Tabel 4-1 menunjukan sistem klasifikasi aditif lumpur yang dibagi dalam tujuh kelompok. Berikut akan dijelaskan secara ringkas dari masing-masing kelompok aditif tersebut.

3.3.1. VISCOSIFIER (PENGENTAL)

3.1.3.1. Bentonite (Montmorillonite)

Bentonite (Montmorillonite) secara alamiah dapat berfungsi untuk menaikan viscositas dan menurunkan fluid loss dari lumpur dasar air tawar (freshwater mud), dan jika dimodifikasi fungsinya juga sana jika digunakan dalam air asin maupun oil base mud. Bentonite termasuk anggota kelompok montmorillonite, yang meliputi montmorillonite, beidellite, nontronite, hectorite dan saponite. Biasanya bentonite yang digunakan dalam lumpur pemboran berasal dari Wyoming. South Dakota dan jenis-

jenis montmorillonite lainya. Rumus kimia bentonite adalah 0,33 Na ($A1_{1.07}$ $Mg_{0.33}$ O_3) 0,4 SiO_2 H_2O. Rumus kimia tersebut menunjukan bahwa ada sejumlah kation sodium dan magnesium digantikan oleh atom aluminium dalam strukturnya. Berbagai macam anggota kelompok Montmorillonite struktur geometris kristalnya satu dengan yang lain hampir sama, tetapi komposisi kimianya berbeda yang disebabkan karena substitusi kimia.

Tabel 4-1.

Basis bahan kimia lumpur

VISCOSIFIER Bentonite Attapulgite Asbestos Polymer Lime or cement **WEIGHTING MATERIAL** Barite Iron oxides Galena Calcium carbonat Dissolved salt **VISCOSITY REDUCING CHEMICAL** Phosphate Tannate Lignite Lignosulfonate Sodium polyacrylate **FILTRATION LOSS REDUCER** Starch CMC Polyanionic cellulose Acrylate Bentonite Dispersant	**EMULSIFIER** Oil in water Water in oil **LOSS CIRCULAITION MATERIAL** Granular Fibrous Flaked Slurry **ADITIF KHUSUS** Flocculant Corrosion control defoamer pH control Mud lubricant Antidefferential sticking material

3.3.1.2. Attapulgite

Attapulgite dapat menghasilkan viscositas jika digunakan pada air asin. Viscositas yang dihasilkan oleh attapulgite terjdai antara mekanisme dan tidak terjadi proses hidrasi. Secara kimiawi, attapulgite adalah merupakan *hydrous magnesium silicate.* Struktur kristalnya yang unik putus menjadi partikel-partikel yang berbentuk seperti jarum pada saat mengalami gaya geser (shearing), dengan tingkat viscositasnya tergantung dari ukuran partikel-partikelnya. Partikel attapulgite yang ukuranya acak cenderung membentuk struktur menumpuk, sehingga menghasilkan viscositas yang penting dalam membersihkan serbuk bor didasar lubang. Akan tetapi partikel-partikel yang berbentuk seperti jarum tersebut tidak dapat berfungsi sebagai filtration control, sehingga untuk mengontrol filtration loss harus ditambahkan bahan-bahan seperti starch atau polyanionic cellulose.

3.3.1.3. Asbestos

Merupakan bahan viscosifier yang sangat efektif baik untuk lumpur air tawar (freshwater mud) maupun lumpur air asin (saltwater mud). Penggunaan mineral asbestos ini harus ekstra hati-hati, karena bersifat *carcinogen* yang sangat berbahaya bagi kesehatan. Viscositas yang dihasilkan oleh asbestos diperoleh secara mekanis dari gaya geser (shear) yang dihasilkan oleh struktur tumpukan serat-serat halus. Secara kimiawi, asbestos adalah merupakan *calcium magnesium silicate.*

3.3.1.4. Polimer

Polimer yang digunakan dalam lumpur pemboran terdiri dari bahan-bahan alami maupun sintetis, dan biasanya mempunyai berat molekul yang tinggi. Polimer adalah merupakan aditif yang terdiri dari sejumlah molekul yang sangat banyak, membentuk perulangan satuan kecil yang disebut sebagai monomer. Polimer digunakan sebagai pengontrol filtration loss, viscositas, flokulasi dan penstabil shale. Polimer yang ditambahkan

kedalam lumpur pemboran akan menyebabkan sedikit perubahan kandungan padatan dalam lumpur.

Secara umum ada tiga jenis polimer, yaitu :

a) Extender, meliputi sodium polyacrylate (nama prosuknya BENEX) yang dapat berfungsi untuk menaikan viscositas dengan penggumpalan bentonite.
b) Colloidal polymer, meliputi sodium carboxy methyl cellulos (CMC), hydroxyethyl cellulose (HEC) dan starch. (Istilah koloid berasal dari kata dalam bahasa Yunani yang berasal lem).

   CMC adalah polymer anionik yang dihasilkan dari cellulose yang treatment dengan menggunakan caustic soda dan dengan kemudian monochloro acetate. Berat molekulnya bervariasi antara 50.000 sampai 400.000.

   HEC dibuat dengan proses yang sama seperti pembuatan CMC, tetapi dengan menggunakan ethylene oxida setelah acustic soda. Kelebihan dari HEC adalah mampu menghidrat air garam.

   Starch pada dasarnya dihasilkan dari jagung atau kentang dan dibuat seperti agar-agar dengan proses pemanasan dan hydrochloric acid dan akhirnya dikeringkan. Berat molekul starch dapat mencapai 100.000 Starch digunakan untuk menaikan viscositas dan berfungsi sebagai bahan pengontrol air lapisan (filtration loss). Kelemahan dari starch adalah bahwa starch sangat mudah terserang bakteri pada nilai pH yang rendah.
c) Polymer rantai panjang (long chain polymer), meliputi xanthan gum polymer. Xanthan gum polymer adalah larutan biopolymer yang dihasilkan dengan proses bakteri karbohidrat dan mempunyai berat molekul 5.000.000. Xanthan gum polymer sangat mudah diserang bakteri pada temperatur diatas 300^0F. Keuntungan dari xanthan gum polymer ini juga tahan terhadap kontaminasi anhidrit, gypsum dan garam.

Karena semua jenis polimer tersebut dibuat secara kimiawi, maka harganya lebih mahal jika dibandingkan dengan bentonite dan bahan-bahan pengental lainya. Akan tetapi polimer tidak menaikan kadar padatan dalam lumpur dan juga tidak menaikan densitas lumpur. Secara umum, lumpur polimer menghasilkan densitas sampai 13 ppg.

3.3.1.5. Lime atau Semen

Lime atau semen dapat juga dapat digunakan untuk mengentalkan lumpur atau menaikan viscositas. Naiknya viscositas terutama disebabkan oleh adanya proses flokulasi dari plat-plat clay, yang dihasilkan dari penggantian kation Na^{+} oleh kation Ca^{+2}

3.3.2. MATERIAL PEMBERAT (WEIGHTING MATERIAL)

Material pemberat adalah bahan-bahan yang mempunyai spesific gravity tinggi yang ditambahkan kedalam cairan untuk menaikan densitas fluida. Biasanya, material pemberat ditambahkan kedalam lumpur pemboran untuk mengontrol tekanan formasi.

3.3.2.1. Barite (barium Sulfate)

Barite ($BaSO_4$) adalah bahan mineral alami yang mempunyai spesific gravity antara 4,2 sampai 4,6 dengan indeks kekerasan 3, kualitasnya sangat dipengaruhi oleh kadar kontamin, berwarna putih, abu-abu atau coklat. Pada umumnya barite yang diproduksikan di U.S.A berasal dari arkansas yang ditemukan bercampur dengan silikat, sehingga diperlukan proses pemisahan. Barite yang ditemukan di Missouri bercampur dengan clay dan formasi-formasi lunak, sehingga hanya diperlukan pencucian sebelum dihancurkan.endapan-endapan barite banyak dijumpai diseluruh dunia termasuk Indonesia. Barite digunakan untuk menaikan densitas dari semua jenis lumpur. Densitas lumpur yang tinggi sampai 20 lb/gal dapat diperoleh dengan menambahkan barite seperti yang direkomendasikan dalam *API Spesification.*

Keuntungan dari penggunaan barite adalah dapat menaikan densitas lumpur sehingga cukup untuk mengontrol tekanan formasi, sedangkan kerugiannya adalah suspensi barite memerlukan viscositas yang lebih tinggi, dan barite dalam packer fluid yang tinggi akan menyebabkan pengendapan, sehingga menyebabkan kesulitan dalam pekerjaan workover.

3.3.2.2. Oksida Besi (Fe_2O_3)

Oksida besi mempunyai spesific gravity bervariasi antara 4,9 sampai 5,3 dengan indeks kekerasan 7, berwarna coklat sampai hitam. Pada awal sejarah lumpur pemboran, oksida besi banyak digunakan sebagai material pemberat lumpur. Pada perkembangan selanjutnya diketahui bahwa ternyata bahan ini cenderung dapat menaikan filtration loss dan ketebalan mud cake. Selain itu oksida besi ini dapat merusak kulit dan pakaian. Kondisi ini menyebabkan oksida besi sampai saat tidak banyak digunakan. Kerugian yang lain dari penggunaan oksida besi adalah kemungkinan efek abrasi terhadap pahat, drillstring, dan liner pompa lumpur.

3.3.2.3. Galena

Galena atau lead sulfide (PbS) mempunyai spesific gravity yang bervariasi antara 6,8 sampai 6,9 dengan indeks kekerasan 2,5 berwarna abu-abu sampai hitam. Bahan ini jarang digunakan, kecuali dalam kondisi darurat jika diperlukan densitas lumpur yang tinggi sampai 32 lb/gal. Pada umumnya galena tidak cocok dalam operasi pemboran karena adanya problem suspensi.

3.3.2.4. Calcium Carbonate

Calcium carbonat atau limestone ($CaCO_3$) mempunyai spesific gravity 2,7 dengan indeks kekerasan 3. bahan ini digunakan terutama untuk mendapatkan densitas lumpur sampai 10,8 lb/gal pada oil-base mud dan fluida workover. Calcium carbonate dapat dijumpai dalam tiga grade,

yaitu : halus, sedang, dan kasar. Karena bahan ini larut dalam asam, maka dapat digunakan sebagai lost circulation material, calcium carbonate lebih ekonomis daripada bahan-bahan lainya. Calcium carbonate lebih mudah tersuspensi dari pada barite, dan lebih mudah diambil dari formasi untuk mengurangi kerusakan formasi.

3.3.2.5. Larutan Garam (Brine Solution)

Diperoleh dengan menggunakan berbagai macam garam. Tabel berikut menyajikan densitas maksimum yang dapat dicapai dari setiap jenis garam.

GARAM	DENSITAS MAKSIMUM (ppg)
Sodium Chloride (NaCl)	10.8
Cacium Chloride ($NaCl_2$)	11.7
Zinc Chloride & Calcium Chloride ($ZnCl_2$ dan $CaCl_2$)	14.0
Zinc Chloride $ZnCl_2$	17.0

Garam digunakan untuk menformulasikan solid free workover fluid. Sodium Chloride dapat digunakan secara ekonomis karena densitas agent tanpa perlu penambahan bentonite untuk kemampuan suspensinya. Lumpur ini efektif digunakan pada pemboran atau packer fluid.

Calcium Chloride ($CaCl_2$) pada umumnya digunakan sebagai material pemberat untuk packer fluids.

Efek korosi dari penggunaan garam sebagai bahan additif harus dipertimbangkan, karena Calcium Chloride menimbulkan problem jika digunakan sebagai lumpur pemboran karena laju korosinya cukup menyolok jika berhubungan dengan udara. Selain itu, zinc chloride juga sangat korosif terhadap tubing dan casing.

3.3.3. VISCOSITY REDUCER/THINNER (PENGENCER)

Bahan pengencer (Thinner) lumpur pada prinsipnya digunakan untuk menurunkan viscositas lumpur dengan cara memutus ikatan plat-plat clay melalui tepi (edge) dan muka (face). Bahan pengencer tersebut kemudian menyambungkan dirinya dengan plat-plat clay, sehingga dapat menahan gaya tarik antar lembaran-lembaran clay.

Ada berbagai jenis bahan pengencer untuk lumpur pemboran, yaitu :

3.3.3.1. Phosphate

Phosphate bekerja dengan pengabsorbsian pada valensi tepi partikel clay yang terputus,sehingga menghasilkan keseimbangan listrik dan memungkinkan partikel-pertikel mengambang dengan bebas dalam larutan. Pengaruh pendispersian phosphate ini adalah karena muatan negatif plat-plat clay, yang memungkinkan plat-plat saling tolak menolak antara satu dengan yang lain setelah semua valensi tepi putus. Phosphate penggunaannya terbatas dalam lingkungan kontaminasi ion. Jika terdapat ion kalsium atau magnesium, bentuk kompleks polyphosphate atau terbentuk suatu ion metal orthophosphate yang tidak larut.

Phosphate yang umum digunakan dalam aplikasi praktis pada lumpur pemboran ditunjukan pada tabel berikut :

Nama Kimia	**Nama Umum**	**pH Aditif**	**Batasan Temperatur**
Sodium Acid Pyrophosphate	SAPP	4.8	150^0F
Sodium Hexametaphosphate	Calgon	6.8	150^0F
Sodium Tetraphosphate	Barafos	7.5	150^0F
Tetra Sodium Pyrophosphate	TSPP	10.0	150^0F

Keuntungan dari phoaphate adalah karena merupakan thinner yang efektif untuk gel mud pada pemboran dangkal, dan dengan penggunaan yang hanya sedikit sudah efektif. Sedangkan kerugianya adalah :

- SAPP mempunyai pH 4.8 oleh karena itu, perlu ditambahkan caustic soda (NaOH) atau beberapa aditif hidroksil untuk menjaga pH lumpur diatas 7.0
- Pada umumnya phosphate hanya dapat stabil pada temperature rendah
- Phosphate tidak mempunyai kemampuan untuk mengontrol fluid loss, seperti halnya thinner yang lain .

Phosphate sebagai bahan pengencer dapat digunakan secara efektif pada berbagai harga pH, tetapi hanya mampu digunakan sampai tercantum 150^0F

a) *Sodium acid pyrophosphate (SAPP)*

Sodium acid pyrophosphate (SAPP),atau salah satu dihydrogen pryphosphate ($Na_2H_2P_2O_7$) adalah merupakansalah satu dari berbagai jenis phosphate yang banyak digunakan. SAPP mempunyai spesifik gravity 1,85. dalam larutan 10% SAPP mempunyai pH sebesar 4. SAPP berbentuk serbuk berwana putih dengan kandungan

impurities yang tidak dapat terlarut. SAPP ini tidak berbahaya bagi kesehatan, tetapi bersifat asam sehingga sangat korosif terhadap besi. SAPP sangat efektif jika digunakan sebagai pengencer pada lumpur alami (natural mud), yaitu lumpur yang teerbentuk dari padatan yang berasal dari formasi, dengan kadar padatan yang rendah, yaitu antara 5% vol sampai 8% vol. SAPP juga snagat efektif untuk menangani kiontaminan calcium . sedangkan kerugian dari penggunaan SAPP adalah sangat rentan terhadap kehadiran kontaminan garam yang dapat menyebabkan naiknya viscositas dan filtration loss, dan SAPP hanya mampu digunakan sampai temperatur 150^0F, karena diatas temperatur tersebut akan berubah menjadi orthophosphate yang tidak dapat berfungsi sebagai pengencer.

b) *Tetrasodium pyrophasphate*

Tetrasodium pyrophasphate, atau TSPP ($Na_2H_2P_2O_7$) mempunyai spesific gravity 2,534 dan berbentuk bubuk kristal berwarna putih.Dalam larutan 10% TSPP mempunyai pH sebesar 10. TSPP dibuat dengan pemanasan disodium phosphate. TSPP tidak berbahaya bagi kesehatan, dan sifatnya tidak korosif. TSPP telah banyak digunakan dalam pengondisian sistem lumpur, tetapi penambahan yang berlebihan dapat merusak lumpur dan hanya mampu digunakan sampai temperatur 150^0F.

c) *Sodium Tetraphosphate*

Sodium Tetraphosphateatau STP ($Na_6P_4O_{13}$) mempunyai spesific gravity 2,5. bersifat hydroscopic dan tidak berwarna dengan kenempakan seperti serbuk kaca dalam 10% larutan STP mempunyai pH sebesar 7. STP juga dapat digunakan secara efektif seperti jenis phosphate yang lainya, tetapi tidak akan merusak lumpur jika penambahannya berlebihan. Kerugian penggunaan STP adalah tidak dapat stabil dalam waktu yang lama dan hanya mampu digunakan sampai temperatur 150^0F

d) *Sodium hexametaphosphate*

Sodium hexametaphosphate atau SHMP $Na_6(PO_3)_6$) mempunyai spesific gravity 2,181 tidak berwarna dengan kenampakan mirip seperti STP, dan bersifat hydroscopic. SHMP pada awalnya banyak digunakan untuki pengondisian lumpur. SHMP juga cukup efektif, tetapi tidak seefektif SAPP jika digunakan dalam rentang waktu yang lama. SHMP juga efektif untuk mengambil calcium dari larutan. SHMP ini hanya mampu digunakan sampai temperatur 150^oF.

3.3.3.2. Lignosulfonate

Lignosulfonate adalah campuran lignin sulfonate yang diperoleh dari sulfite liquor. Berbagai macam jenis dan jumlah ion-ion metal ditambahkan dalam campuran tersebut untuk meningkatkan kemampuan

dalam dalam menetralisir valensi tepi yang terputus. Ion-ion yang ditambahkan adalah Calsium, besi, dan Chrome.

Lignosulfonate mempunyai stabilitas yang baik sampai temperatur 400^0F. Lignosulfonate merupakan aditif yang berfungsi ganda, yaitu baik sebagai dispersant maupun fluid loss control agent.

Calsium Lignosulfonate adalah thinner yang efektif untuk lumpur lime. Ferrocrhome lignosulfonate, dengan berbagai jumlah besi dan crhome, merupakan thinner yang efektif untuk tujuan umum karena adanya ion-ion metal berat.

Chrome lignasulfonate adalah bahan pengencer yang paling banyak digunakan, tetapi akan terdekomposisi pada temperatur 300^0F (149^oC). Bahan kimia ini mempunyai kemampuan untuk mendeflokulasi dan mendispersikan partikel-partikel clay, sehingga dapat menurunkan viscositas, yield point dan water loss. Deflokulasi dicapai dengan cara menyambung chrome lignosulfonate pada tepi plat-plat clay yang terputus. Hal ini akan menyebabkan turunya gaya tarik antar plat-plat dan mengakibatkan penurunan viscositas dan gel strength.

Kerugian dari penggunaan lignosulfonate adlah bahwa pada kondisi temperatur dan tekanan yang sangat tinggi, lignosulfonate dapat terdegradasi dan menghasilkan racun gas H_2S.

3.3.3.3. Lignite

Lignite yang digunakan sebagai bahan pengencer berasal dari alam atau dari produk tambang. Produk lignin dapat diperoleh dari humic acid extract, tetapi biasanya berbentuk kepingan lignite coal. Dalam pengkondisian lumpur, lignite digunakan dengan menambahkan Na(OH) pada ratio 5 :1 sebagai pengencer, oil emulsifier, dan fluid loss reducer. Complexed lignite digunakan dengan modified lignosulfonate dapat memperbaiki filtration control pada temperatur tinggi. Lignite dapat digunakan dalam water base mud pada temperatur sampai 400^0F. Lignite merupakan thinner dan fluid loss control agent yang efektif.

Keuntungan dari penggunaan lignite sebagai aditif adalah :

- Lignite stabil pada temperatur 400^0F, dan bahkan dapat stabil pada temperatur sampai 4500F dengan menggunakan aditif-aditif khusus.
- Lignites (lignins) berfungsi sebagai dispersant dengan memenuhi valensi tepi yang terputus dan sebagai fluid loss control loss control agent karena struktur koloidalnya.
- Walaupun lignins mempunyai pH asam, prosuk pre causticized dapat digunakan tanpa pH adjuster.

Sedangkan kerugianya adalah bahwa lignite tidak cocok untuk fluida dengan kandungan garam yang tinggi karena lignite tidak larut dalam garam.

3.3.3.4. Tannate

Pada umumnya tannate yang digunakan untuk mengontrol lumpur adalah bahan ekstrak tumbuhan quebracho yang berasal dari kulit kayu pohon quebracho ($C_{14}H_{10}O_9$) diargentina. Tannate dalam kondisi basah dapat membengkak, dan dapat larut dalam air secara lambat, tetapi akan mengahasilkan larutan yang asam, sehingga harus ditambahkan sodium hidroxide untuk menghasilkan larutan sodium tannate. Dalam 10% larutan dengan 1 bagian sodium hidroxide dan 3 bagian quebracho mempunyai pH sebesar 10,5. quebracho adalah merupakan bahan pengencer yang sangat efektif sampai temperatur 250^0F jika kadar komtaminan garam dan calsium masing-masing tidak melebihi 10.000 ppm dan 240 ppm. Tannin diekstrak dari kulit kayu pohon hemlock juga dapat digunakan sebagai bahan pengencer lumpur pemboran, dan dapat dilarutkan dalam air dengan cara sama dengan menambahkan Na(OH) seperti quebracho.

Tannate merupakan bahan dengan fungsi ganda sebagai dispersant dan fluid loss control agent. Selain itu, tannate terutama quebracho efektif untuk pengencer lumpur lime dan lumpur yang terkontaminasi semen.

3.3.3.5. Surfactant

Surfactant (surface tension-reducing agent) dapat berfungsi untuk mengencerkan lumpur dan juga menurunkan water loss. Bahan ini juga dapat digunakan sebagai emulsifier (lihat pada oilo-base mud).

3.3.3.6. Air

Air lama digunakan sebagai pengencer yang efektif pada lumpur pemboran. Efek pengencer diperoleh dengan mengurangi total konsentrasi padatan lumpur pemboran.

Karena penambahan drilled solid pada sistem lumpur sudah menjadi sifat yang umum, maka diperlukan pencairan dengan air atau mengambil padatan-padatan tersebut secara mekanis.

Perlu dicatat bahwa air biasanya ditambahkan pada lumpur water base untuk menggantikan air yang hilang kedalam formasi. Jika air yang hilang tersebut tidak digantikan dengan penambahan air, maka viscositas akan naik karena konsentrasi padatan bertambah dan treatment kimia akan terbukti bahwa viscositas tidak dapat turun secara efectif dalam situasi ini.

3.3.4 Fluid Loss Control

Fluid loss control digunakan untuk menjaga integritas lubang, melindungi shale yang senitif terhadap air, dan meminimalkan hole washout untuk mencapai casing cement job yang lebih baik. Selain itu,dengan meminimalkan fluid loss dalam formasi produktif akan dapat mengurangi problem analisa log dan meminimalkan kerusakan formasi yang dapat menurunkan produksi.

Secara umum, filtrat loss dalam formasi permeabel adalah tergantung pada distribusi ukuran partikel dan kandungan koloid yang relatif tinggi dalam range 60% kandungan padatan lumpur dalam ukuran diameter 0 – 1 mikron. Sebagai contoh dispersi lumpur pada suatu sumur akan mempengaruhi filtrat loss lebih rendah karena konsentrasinya lebih besar dari ukuran partikel-partikel koloid dibanding dengan lumpur kaolinite atau attapulgite clay. Akan tetapi clay tidak dapat digunakan

semata-mata untuk mengontrol fluid loss karena merusak lumpur dimana viscositas fluida akan naik dengan naiknya kandungan clay.

Ada berbagai jenis aditif lumpur yang digunakan untuk mengontrol fluid loss. Pada umumnya adotif ini digunakan bersama-sama dengan bentonite, sementara sebagian kecil dapat digunakan secara terpisah pada setiap kandungan clay dalam lumpur.

3.3.4.1. Bentonite

Merupakan aditif multiguna yang membantu dalam mengontrol fluid loss, suspensi barite, dan viscositas untuk kemampuan pembersihan lubang bor. Dalam penambahan yang sedikit, pada range 6% berat cocok untuk mengurangi fluid loss sampai 10 – 12 cc.

Ada beberapa kerugian dari penggunaan bentonite sebagai filtration loss reducer, yaitu ;

- Bentonite tidak cocok digunakan pada konsentrasi ion sodium, kalsium atau potassium yang tinggi tanpa prehidrasi.
- Bentonite rentan terhadap kontaminasi pada saat pemboran formasi-formasi, seperti garam atau anhydride ($CaSO_4$)
- Lumpur clay rentan terhadap panas dalam bentuk flokulasi clay yang meningkatkan fluid loss.

3.3.4.2. Starch (Pregelantized)

Starch dapat berfungsi dengan baik sebagai fluid loss control agent dengan hadirnya ion kalsium atau sodium. Oleh karena itu, aditif ini cocok digunakan untuk lumpur salt water atau lumpur lime. Jika digunakan pre-treated non fermenting starch, maka tidak perlu digunakan bactericide.

Kelemahan dari penggunaan strach adalah :

- Kenaikan viscositas sering terjadi jika menggunakan starch.
- Harus digunakan bactericide untuk mencegah degradasi jika starch bukan pre-treated
- Starch rentan terhadap panas diatas $250^{O}F$

3.3.4.3. Sodium Carboxymethylcellulose -CMC

CMC paling terkenal dari CMC adalah harus menggunakan thinner untuk mengatasi pengaruh viscositas aditif.

3.3.4.4. X – C Polymer

Dihasilkan dari polysaccaride gum X-C polymer stabil terhadap kehadiran larutan garam. X-C polymer ini mempunyai sifat :

- Membangun viscositas
- Struktur gel
- Viscositas rendah pada shear rate yang tinggi

3.3.4.5. Ben-Ex

Suatu rantai panjang polymer yang dirancang penggunaanya untuk low solid muds. Ben-Ex mengikat partikel clay bersama-sama pada shear rate rendah.

3.3.4.6. Lignins, Tannins, dan Lignosulfonates

Sementara memberikan sifat fluid loss control karena sifat kimia alamiahnya ukuran, dan dengan perananya sebagai dispersant untuk partikel-partikel koloid clay. Kemampuan pendispersian setiap aditif dibahas pada bagian terpisah.

Produk-produk ini mempunyai stabilitas yang baik pada range temperature antara 350^0F – 400^0F. Formulasi khusus lignite akan menghasilkan stabilitas sampai temperatur 450^0F.

Lignins mempunyai struktur koloid yang membantu dalam mengontrol fluid loss. Aksi ganda sebagai fluid loss control dan pendispersian cenderung menyebabkan produk-produk ini cocok digunakan dalam banyak kasus.

Kerugian dari lignins adalah rentan terhadap kontaminasi ion kalsium dan berikutnya terjadi flokulasi. Lignins cenderung menangkap ion

kalsium yang dapat mengurangi keefektifan lignite sebagai fluid loss agent.

3.3.4.7. Diesel Oil

Telah sering digunakan untuk menurangi API filter loss lumpur pemboran. Akan tetapi, diesel oil ini telah terbukti bahwa meskipun prinsipnya dapat mengurangi water loss, tetapi pada temperatur dan tekanan tinggi water loss tidak terpengaruhi oleh minyak.

3.3.5. EMULSIFIER

Emulsifier memungkinkan terjadinya dispersi mekanis dari dua macam fluida yang saling bercampur, membentuk fasa internal dan eksternal, dan secara kimiawi membentuk emulsi yang stabil.

Emulsi adalah suatu sistem campuran dua fasa yang terdiri dari butiran minyak dalam air atau butiran air dalam minyak. Disekeliling cairan disebut sebagai fasa kontinyu. Jika fasa minyak dan air relatif murni, maka butiran-butiran tersebut akan bergabung dan membentuk lapisan pemisah pada saat pengadukan dihentikan. Jika ditambahkan emulsifyng agent, maka akan terdistribusi pada bidang kontak antara butiran dengan fasa kontinyu fasa cair. Tegangan permukaannya berkurang, sehingga butiran-butiran akan saling tolak-menolak satu denganh yang lain dan kondisinya tetap terdispersi. Emulsi yang terjadi dengan cara ini dapat dikelompokan sebagai minyak dalam air atau air dalam minyak, tergantung dari fasa kontinyunya.

Sejumlah kecil minyak (5%vol) dapat dibuat emulsi dalam clay water mud tanpa bahan emulsifier yang mahal. Tetapi emulsi biasanya lebih stabil jika tegangan permukaan diturunkan dengan sedikit emulsifier. Lignite adalah merupakan emulsifier yang efektif dengan perbandingan 5 bagian lignite dan 1 bagian Na(OH). Emulsifier yang berupa sabun (soap-type emulsifier), baik nonionic atau anionic juga dapat digunakan untuk membuat oil-in-water emulsion. Water-in-oil emulsifier adalah merupakan

formulasi yang spesifik untuk menghasilkan "invert" emulsion, dimana butiran-butiran air terdispersi dalam fasa kontinyu minyak.

Pada prinsipnya emulsifier adalah aditif yang mempunyai sifat :

- Heavy molecular weight soap
- Menaikan tegangan permukaan
- Menghasilkan emulsi yang stabil
- Cairan emulsifier bekerja lebih cepat, tetapi tidak membentuk emulsi yang ketat
- Harus mempunyai stabilitas listrik 350 – 400 volt

3.3.6. LOST CIRCULATION MATERIAL

Adalah merupakan material yang ditambahkan baik untuk mencegah lost circulation atau untuk mendapatkan kembali sirkulasi setelah terjadi hilang sirkulasi. Pada umumnya material-material ini digunakan tanpa banyak pertimbangan, yang penting dapat menanggulangi problem hilang lumpur.

Problem lost circulation (hilang lumpur) secara umum dibagi menjadi dua kategori yaitu :

- **Kategori pertama**, adalah problem hilang lumpur kedalam rongga-rongga seperti zona porous, vuggy limestone, shell reefs, gravel beds, atau gua-gua alami.
- **Kategori kedua**, adalah lost circulation yang terjadi karena terlampuinya compressive strength formasi. Kemungkinan penanganan untuk kategori pertama akan tidak menyelesaikan problem rekah formasi. Maka aditif lumpur harus dibagi menjadi kelompok-kelompok yang dapat diterapkan pada setiap jenis lost circulation tersebut.

Secara umum, tidak ada aditif lumpur yang dapat diaplikasikan dalam rongga-rongga yang besar seperti gua-gua dibawah tanah. "Blind drilling" (pemboran *"buta"*) dan setting casing string sering digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut. Akan tetapi, dalam rongga-rongga

yang kecil, material penyumbat dapat secara efektif manutup zona-zona tersebut.

Lost circulation material dapat diperoleh dalam berbagai ukuran dan bentuk untuk digunakan dalam penyumbatan rekahan dan mencegah hilangnya lumpur kedalam formasi. Dari hasil pengamatan selama beberapa tahun yang lalu, telah ditemukan sekitar 350 macam lost circulation material, dengan nama produk yang berbeda-beda. Sehingga dapat mempermudah dalam pemilihan untuk kondisi-kondisi khusus.

Lost circulation material berbentuk butiran kecil (granular), serpih (flakes) atau serat (fibrous). Dan diklasifikasikan mulai dari kasar, sedang dan halus. Campuran dari bahan-bahan granular, flake dan fibrous dirancang untuk menutup rekahan-rekahan kecil, lapisan gravel, zona yang permeabilitasnya tinggi.

3.3.6.1. Fibrous Material (Bahan Berserat)

Fibrous material meliputi bahan-bahan seperti ground leather atau ground sugar dari batang rotan. Material fibrous ini berupa serat kayu, serat tumbuhan, maupun serat sintetis, dengan ukuran 1/8 sampai ¾ inchi. Bahan ini paling efektif untuk menutup rongga-gongga yang besarkarena mengandung serat kasar yang dapat memberikan kemampuan membungkus dengan baik. Problem lain yang mungkin terjadi adalah penyumbatan bit jet dengan material ini.

3.3.6.2. Granular Material (Bahan Berbutir kecil)

Granular material meliputi walnut shell dan ground mica dapat diperoleh dalam ukuran yang kasar, sedang atau halus, atau 4 sampai 100 mesh menurut U.S. Standar sieve. Bahan ini biasanya cocok untuk menutup zona porous.

3.3.6.3. Flakes Metrial (bahan berbentuk Serpih)

Material flake berupa cellophane atau polyethylene flake yang berukuran dari 1/8 sampai 1 inchi. Cellophane juga berfungsi untuk menyumbat zona-zona porous

3.3.6.4. Barite dan Bentonite

Barite dan bentonite juga sanngat efektif entuk menutup/menyumbat formasi-formasi yang porous.

3.3.6.5. Squeeze Techniques

Squeeze techniques adalah merupakan teknik penyumbatan yang cukup efektif untuk menyelesaikan problem-problem lost circulation ini. Squeeze adalah setiap material yang didesak masuk kedalam formasi sebagai usaha untuk menutup formasi dari dalam. Setiap bahan yang disebutkan diatas dapat digunakan dalam squeeze dan biasanya dalam jumlah yang cukup banyak perbarrel-nya.

Squeeze khusus menggunakan diesel oil sebagai carrying agent yang dicampur dengan bentonite atau semen sangat efektif. Semen atau bentonite tidak bereaksi dengan minyak, tetapi akan bereaksi dengan lumpur atau air formasi.

3.3.7. ADITIF KHUSUS

Aditif khusus dikelompokan menjadi beberapa jenis, yaitu : flocculant, corrosion control agent, defoamer, pH control, mud lubricant, dan anti differential sticking chemical.

3.3.7.1. Flocculant

Flocculant adalah merupakan polimer yang digunakan untuk mengikat padatan yang berasal dari serbuk bor agar menggumpal, sehingga mudah diambil dengan cara penyaringan atau pengendapan.

Flokulasi adalah hanya merupakan metoda untuk memisahkan/mengambil padatan serbuk bor yang berukuran koloid.

3.3.7.2. Corrosion Control Agent

Corrosion control agent diklasifikasikan sebagai :

- *Inhibitor*, misalnya ; amine yang membentuk lapisan film
- *Oxygen scavenger*, misalnya ; sodium sulfide, dan
- *Hydrogen sulfide scavenger*, misalnya ; copper carbonate, zinc compound, atau iron derivative.

3.3.7.3. Defoamer

Defoamer adalah merupakan surface active agent yang digunakan untuk memecah busa dalam lumpur pemboran. Bahan kimia ini berupa aluminium stearate, octyl alcohol, tributylophosphate, pine oil, dan organic silicon.

3.3.7.4. Pengatur pH (pH Adjuster)

Karena beberapa aditif lumpur pHnya rendah dan karena pengoperasian optimum range pH sistem lumpur, sehingga pada suatu saat perlu menambahkan bahan-bahan yang akan merubah pH sistem lumpur. Karena pada umumnhya aditif secara alamiah bersifat asam, maka jarang bahwa pHnya tinggi. Sebaliknya, biasanya pH yang terlalu rendah harus dinaikkan

pH adjuster harus ditangani dengan hati-hati, dengan menggunakan suatu chemical barrel. Tidak menggunakan hopper atau dump secara langsung kedalam sistem.

Secara umum, ada tiga macam pH adjuster, yaitu *Sodium Hydroxide* (Caustic soda), P*otassium Hydroxide*, dan *Calcium Hydroxide*. Sodium hydroxide adalah merupakan pH adjuster yang umum digunakan, sedangkan lainya biasanya digunakan untuk tujuan khusus.

Kerugian dari penggunaan bahan-bahan [engatur pH tersebut adalah :

- Semuanya dapat menyebabkan kulit terbakar
- Semuanya sangat korosif terhadap peralatan
- Potassium Hydroxide dan Calcium Hydroxide mempunyai karakteristik inhibitive (menghalangi) yang kuat karena adanya ion-ion potassium dan kalsium. Kedua produk ini biasanya digunakan dalam lumpur untuk clay hidration inhibition.

3.3.7.5. Pelumas Lumpur (Mud Lubrication)

Lumpur juga digunakan sebagai pelumas bagi pahat dan drill string akibat adanya gesekan dengan batuan. Sebagai contoh adalah emulsified-oil, surfactant (Surface-active agent), graphite, fine nut shell, dan synthetic plasticized material

3.3.7.6. Antidifferential Sticking Additive

Dapat digunakan untuk mencegah atau mengatasi adalah problem jepitan pipa dengan cara menambahkan sejumlah bahan aditif kedalam lumpur pemboran sebelum mencapai zona yang diperkirakan terjadi jepitan pipa atau digunakan sebagai fluida perendam (spotting fluid) untuk melepas jepitan.

Spotting Fluid adalah perendam yang harus mempunyai sifat basah minyak (oil-wetting), sehingga kondisi ini akan merusak water base filter cake. Bahan-bahan yang digunakan sebagai antidiffrential sticking additive, meliputi antara lain :

- Minyak – biasanya diesel oil
- Surfactant – oil wetting purposes
- Suspension material to support barite

BAB IV
KARAKTERISTIK LUMPUR BOR DAN PROSEDUR PENGUJIAN

4.1 KARAKTERISTIK LUMPUR BOR

Api mendefinisikan clay sebagai *“material alam, berukuran sangat luas dan mengembang jika dalam kondisi basah”.* Clay terbentuk dari hasil pelapukan kimiawi batuan beku dan metamorf. Sumber pembentukan utama clay yang digunakan secara komersial adalah debu vulkanik. Perlapisan debu yang terbentuk berselang seling dengan batuan sendimen, dan dapat ditambang, dengan mudah. Wyoming bentonite yang sangat terkenal adalah merupakan lapisan debu hasil pelapukan batuan beku dan metamorf.

Karakteristik mineral clay adalah adanya struktur atom yang terbentuk perlapisan. Ada 3 jenis perlapisan atom clay yang menghasilkan karakteristik khusus yaitu :

a) *Perlapisan tetrahedral* ; terbentuk dari sebuah lembaran berbentuk seperti sarang lebah (tetrahedral), dengan pusat atom silikon yang dikelilingi oleh empat atom oksigen. tetrahedal diikat satu sama lain membentuk lembaran dengan cara membagi ketiga atom oksigen dengan tetrahedal sekelilingnya.
b) *Perlapisan oktahedral;* lembaran-lembaran ini terdiri dari ikatan oktahedral, yang masing-masing membentuk oleh enam atom oksigen. Ikatan tersebut dibentuk oleh –atom oksigen antara dua atau tiga oktahedral sekitarnya.
c) *Perlapisan yang dapat digantikan (exchangeable layer) ;* perlapisan atom atau ikatan-ikatan molekul-molekul ini merupakan struktur lemah, yang dapat digantikan dengan atom-atom atau molekul-molekul lainya. Kondisi ini sangat berpengaruh terhadap sifat fisik clay.

Komposisi lumpur bor dan sifat – sifat lumpur sangat berpengaruh pada pemboran. Perencanaan casing, drilling rate dan completion dipengaruhi oleh lumpur bor yang digunakan saat itu. Misalnya pada daerah dengan batuan lunak pengontrolan sifat lumpur sangat diperlukan, tetapi di daerah dengan batuan keras sifat – sifat ini tidak terlalu kritis sehingga air biasapun kadang-kadang dapat digunakan. Dapat dikatakan bahwa sifat-sifat geologi suatu daerah menentukan pula jenis lumpur yang akan digunakan.

Berbagai aditif sengaja ditambahkan kedalam lumpur untuk menghasilkan karakteristik (properties) tertentu yang diperlukan untuk menjalankan fungsinya. Lumpur bor harus bersifat *thixotropis* yaitu bersifat encer (cair) bila diaduk atau dipompa dan bila adukan/ pompa berhenti lumpur akan membentuk sifat seperti agar-agar (gel). Sifat ini diperlukan kalau sirkulasi terhenti karena kerusakan pompa misalnya, cuttings tetap tersangga tidak turun kedasar sumur dan menyebabkan pipa terjepit atau tergiling kembali (Regrinding) yang akan menjadi penggumpalan pada bit (bit balling).

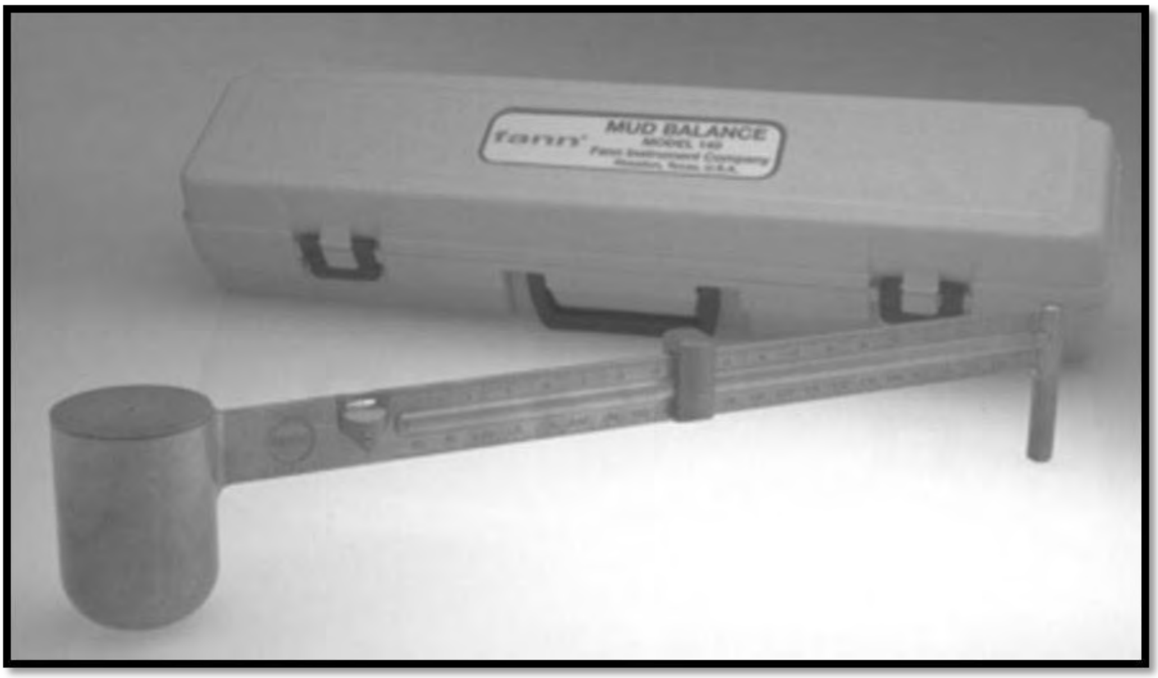
Karakteristik utama lumpur yang diperlukan untuk menjalankan fungsinya adalah

4.1.1. Mud Weight (berat jenis)

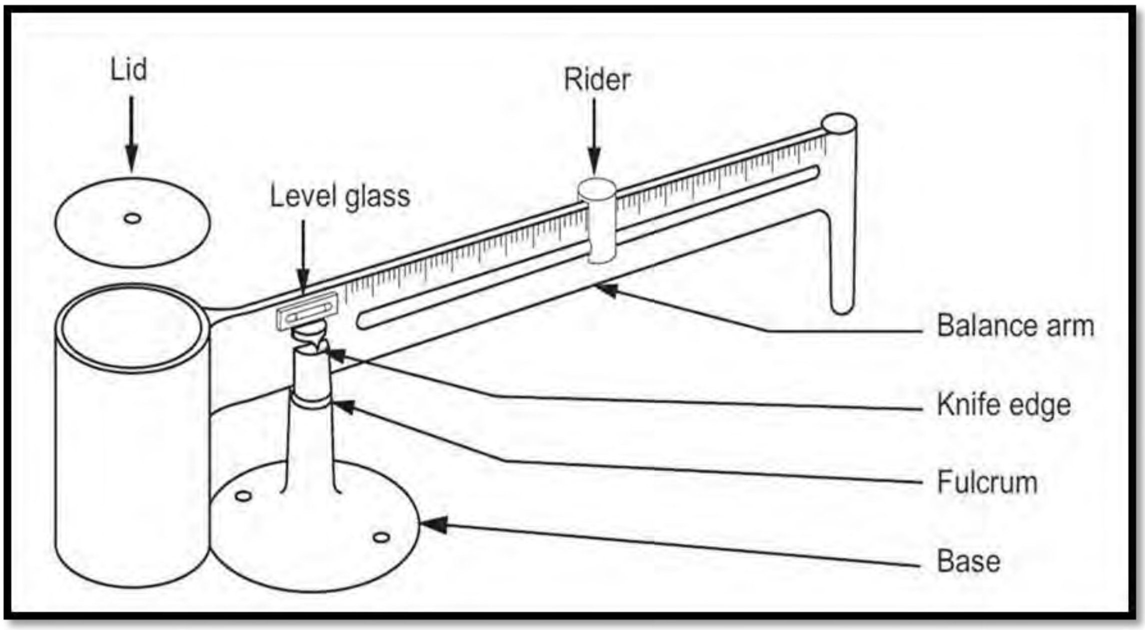
Mud weight atau densitas akan memberikan tekanan hydostatis kepadalumpur yang diperlukan untuk mengimbangi tekanan formasi agar tidak terjadi blow-out ataupun hilang sirkulasi. Karena lumpur bor juga berlaku sebagai penahan tekanan formasi, dan adanya density lumpur yang terlalu besar akan menyebabkan hilang lumpur ke formasi, maka densitynya perlu disesuaikan dengan keadaan formasi – formasi yang ada didaerah setempat. Maka dalam hal ini diperlukan density yang diatur sebaik-baiknya. Lumpur yang terlampau berat dapat menyebabkan terjadinya loss circulation, sedangkan lumpur yang terlampau ringan dapat

menyebabkan blow out. Untuk itulah ditambahkan Barit sebagai bahan pemberat (weighting materials) dengan SG 4,2.

Densitas dibuat serendah mungkin untuk mendapatkan laju penembusan yang optimal dan untuk meminimalkan loss circulation serta mencegah well kick. Pengukuran densitas adalah dengan peralatan mud balance (gambar 4.1) dengan dikalibrasikan dengan air tawar yang akan memberikan nilai 8,33 ppg.Bagian-bagian detil dari Mud balance dapat dilihat pada gambar 4.2. Kadang-kadang pengukuran density juga dapat dilakukan dengan hidrometer



Gambar 41. Mud Balance



Gambar 4.2 Bagian - bagian Mud Balance

Densitas dinaikkan dengan menambahkan bahan :

- Barite ($BaSO_4$), SG 4,25 – 4,35
- Limestone, SG 3
- Galena (PbS), SG 7
- Biji besi, SG 7

Untuk menurunkan densitas dapat dilakukan dengan :

- menambahkan air/minyak (dilution)
- mengendapkan pasir/padatan di sand screen

Penambahan density lumpur dilakukan pada satu cycle circulation. Viscositas harus kecil karena penambahan ini viscositas akannaik juga. Mud pit (kolam lumpur) jangan terlalu penuh (atau jika penuh maka harus dibuang sebagian) untuk keperluan penambahan air agar padatan pada lumpur tidak terlalu banyak

4.1.2. Viscositas

Didefinisikan sebagai tahanan dalam dari fluida terhadap aliran atau gerakan. Istilah “thick mud” digunakan untuk lumpur dengan viscositas tinggi (kental), dan sebaliknya adalah “thin mud” untuk lumpur yang lebih encer. Pengukurannya dapat dilakukan dengan peralatan Mars Funnel. Tetapi peralatan ini hanya dapat mengindikasikan perubahan viscositas dan tidak dapat mengetahui kuantitas dari rheology properties seperti yield point dan plastic viscosity. Viscositas dapat diukur dengan :

- Marsh funel
- Stromer viscometer
- Fann VG viscometer

Marsh Funel

Marsh Funel berbentuk corong yang memiliki ukuran standard panjang 12 inchi, diameter bagian atas 6 inchi, serta diameter tabung bawah 3/16 inchi dengan panjang 2 inchi.

Sampel lumpur sebanyak 1 quartz (946 ml) dituangkan ke dalam funel melalui saringan yang terdapat pada bagian atas dan dicatat waktu yang diperlukan denagn menggunakan stop watch untuk mengalir ke dalam gelas ukur sampai habis. Untuk air tawar akan memerlukan waktu 26 detik/quatz, lebih kurang 0,5 detik.

Stromer viscometer

Lumpur ditempatkan diantara dua silinder yang tengah berputar karena suatu aturan beban yang bergerak turun. Putaran permenit tergantung dari beban berat yang digantungkan, semakin berat akan semakin cepat. Dengan menggunakan standart putaran 600 RPM, maka dilakukan trial and error untuk menentukan beban mana yang harus digantungkan untuk mendapatkan putaran sebesar itu. Dengan standart

campuran air dan glycerine yang telah diketahui viscositasnya, density lumpur dapat ditentukan.

Fann VG viscometer

Seperti juga pada Stromer viscometer, disini digunakan pula dua silinder, tetapi putaran silinder dilakukan oleh mesin synchron yang dapat diatur dijumlah putarannya permenit (RPM-nya 3,6,300, dan 600 RPM) dan torque yang perlu utnuk putaran tersebut dapat dibaca pada dial. Dengan alat ini (yang telah distandart ukurannya), maka hasil torque pada ukuran 300 RPM merupakan plastis viscosity lumpur (dalam satuan cp) sedangkan hasil pembacaan pada torque 300 RPM dikurangi dengan plastis viscosity merupakan yield point llumpur pada alat tersebut dalam satuan $lb/100ft^2$.

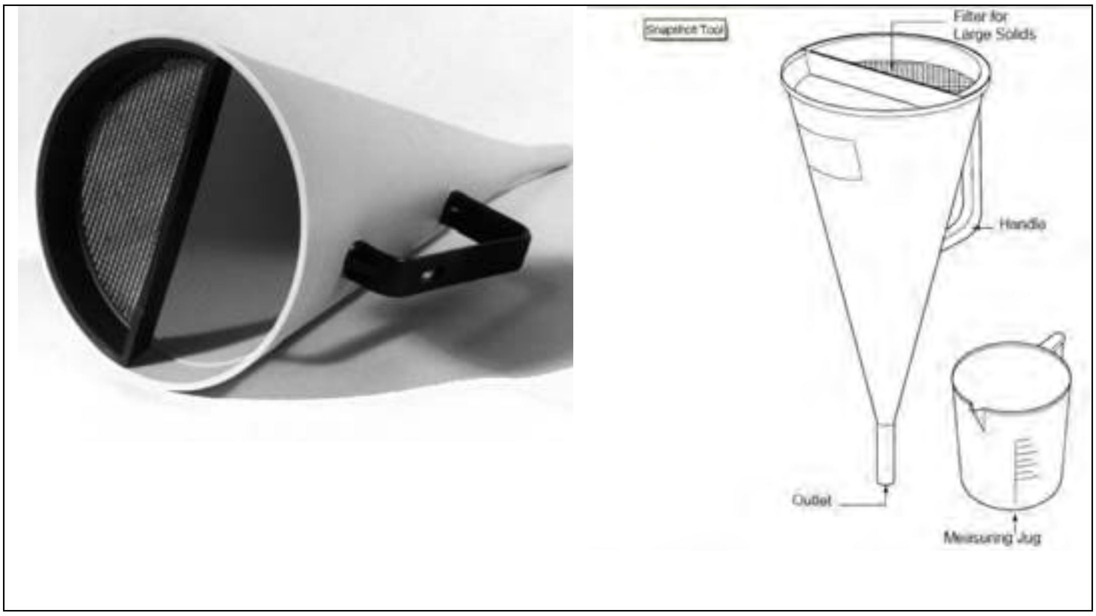
Dikenal ada beberapa istilah viscositas :

- Viscositas absolut

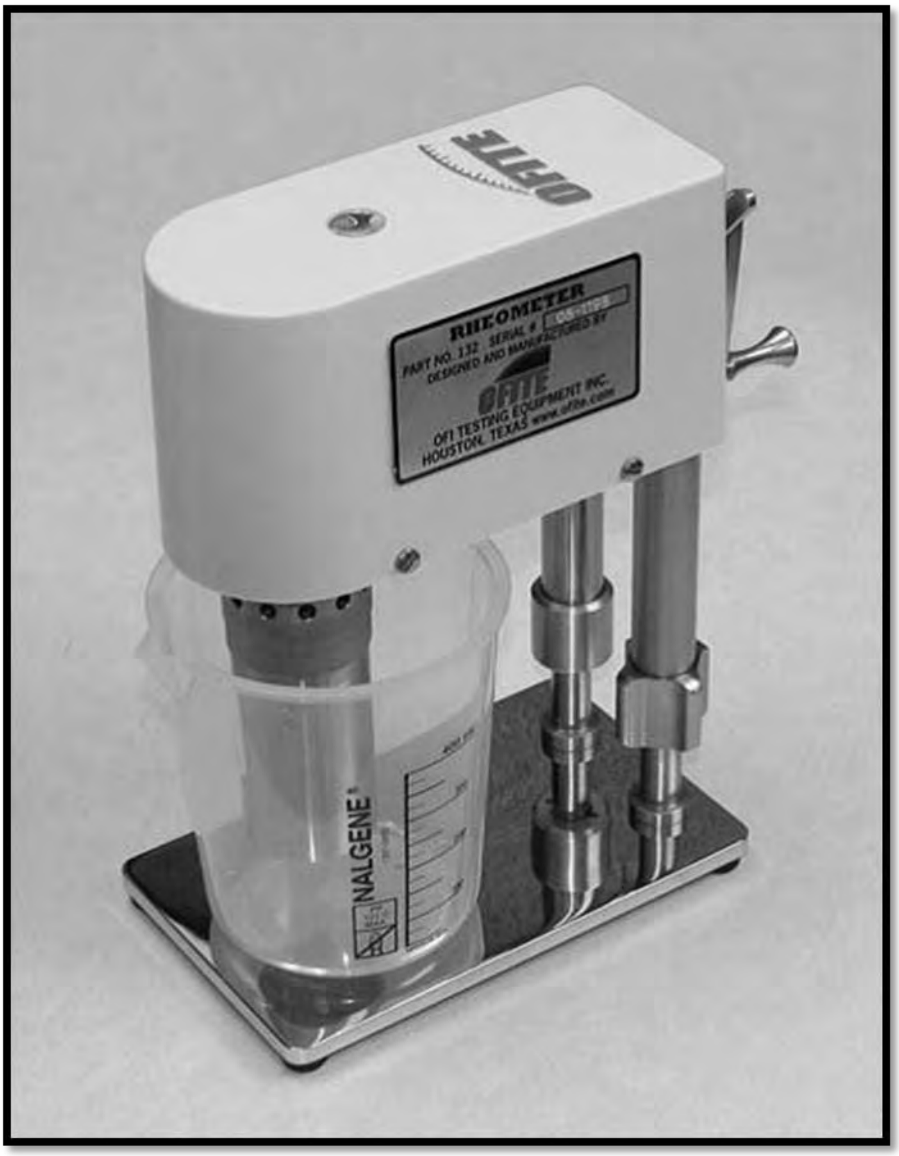
  Tahanan yang diderita oleh fluida untuk mengatasi pergeseran
- Viscositas plastis

  Tahanan terhadap aliran fluida yang disebabkan oleh friksi mekanis yang terdapat pada fluida. Friksi mekanis sebagai akibat dari :
  - Interaksi partikel-partikel padatan dalam lumpur
  - Interaksi partikel-partikel padatan dan cairan
  - Deformasi partikel cairan karena shear stress
- Viscositas nyata (apparent viscosity)

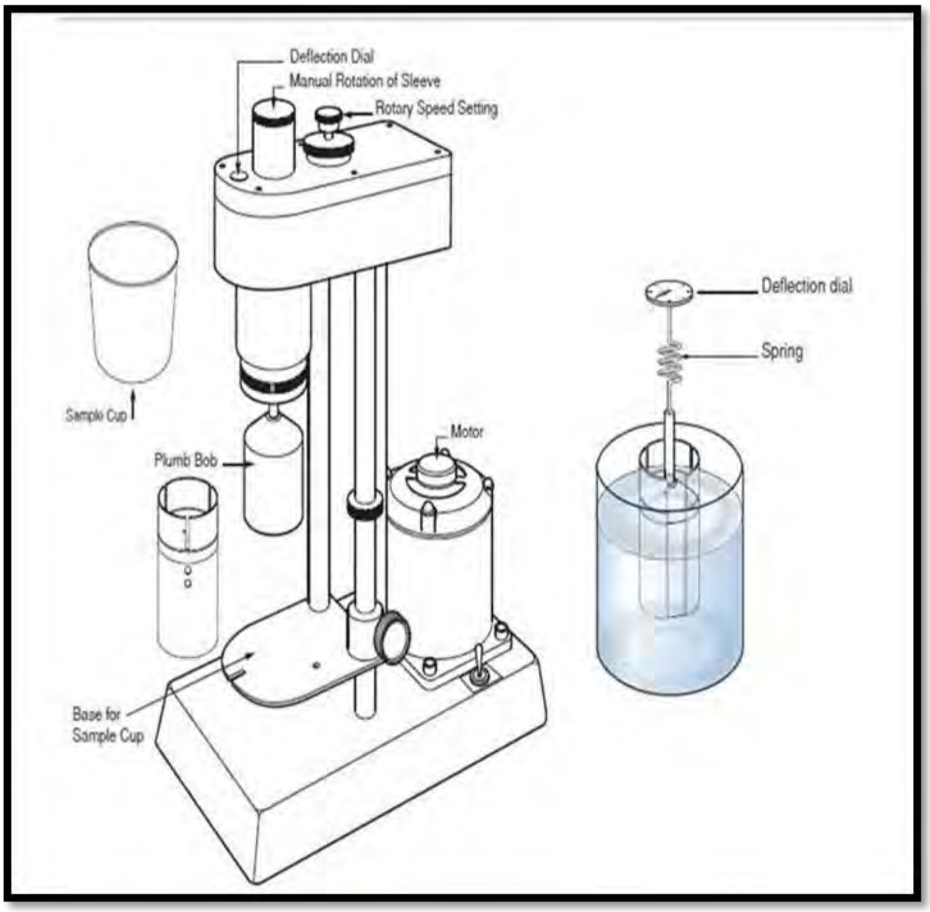
  viscositas fluida setiap saat



Gambar 4.3 Marsh Funel



Gambar 4.4 VG meter



Gambar 4.5Bagian – bagian VG meter

Viscositas akan mempengaruhi kemajuan dari pemboran apabila terlalu tinggi ataupun terlalu rendah bahkan akan mengalami problem selama pemboran yang akan meningkatkan ongkos dari pemboran yang tidak perlu.

Apabila viscositas terlalu tinggi maka akan terjadi :

- Penetration rate turun
- Pressure loss tinggi karena terlalu banyak gesekan
- Pressure surge yang berhubungan dengan loss sirkulasi dan swabbing yang berhubungan dengan blow out
- Sukar melepaskan gas dan cutting di permukaan

Sedangkan jika terlalu rendah akan menyebabkan :

- Pengangkatan cutting tidak baik

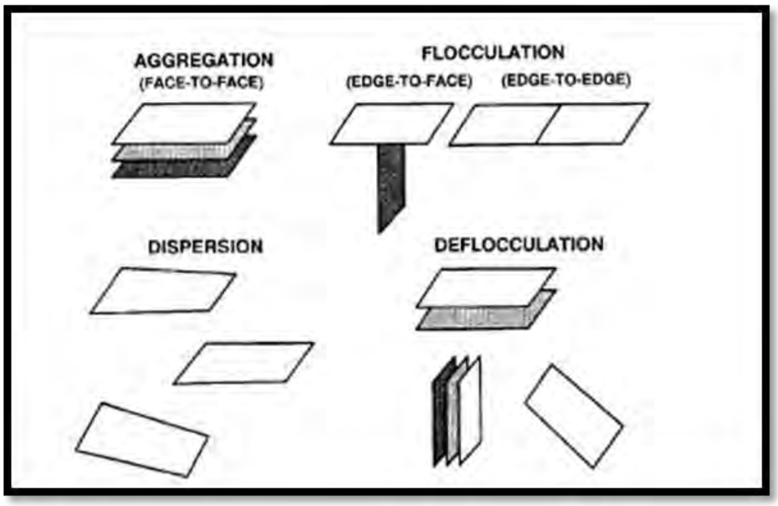
- Material pemberat lumpur diendapkan

Untuk mengencerkan lumpur dapat dilakukan dengan pengenceran dengan menambahkan air atau dengan menambahkan thinner (zat-zat kimia). Sedangakan penambahan viscositas dapat dilakukan dengan penambahan zat-zat padat/bentonite pada water base mud dan air atau asphalt pada oil base mud. Dalam pemboran, viscositas akan naik apabila terjadi 2 hal :

- Flokulasi
- Terlalu banyak padatan

Flokulasi

Pada flokulasi gaya tarik menarik antara partikel-partikel clay terlalu besar dan akan menggumpalkan clay-nya, dengan terjebaknya air bebas oleh partikel-partikel clay sehingga sistem kekurangan air bebas sehingga viscositas naik. Penggumpalan dapat dikarenakan oleh kenaikan jumlah partikel-partikel padat (jarak antar plat-plat lebih kecil) atau karena komtaminasi anhyidrite, gypsum, semen, garam yang menetralisirgaya tolak menolak antar muatan negatif dipermukaan clay.



Gambar 4.6. Tipe-tipe penggabungan mineral clay

Terlalu banyak padatan

Untuk hal ini hanya pengenceran yang akan efektif untuk pencegahan.menurunkan viscositas.

4.1.3. Water Loss (Filtration Loss)

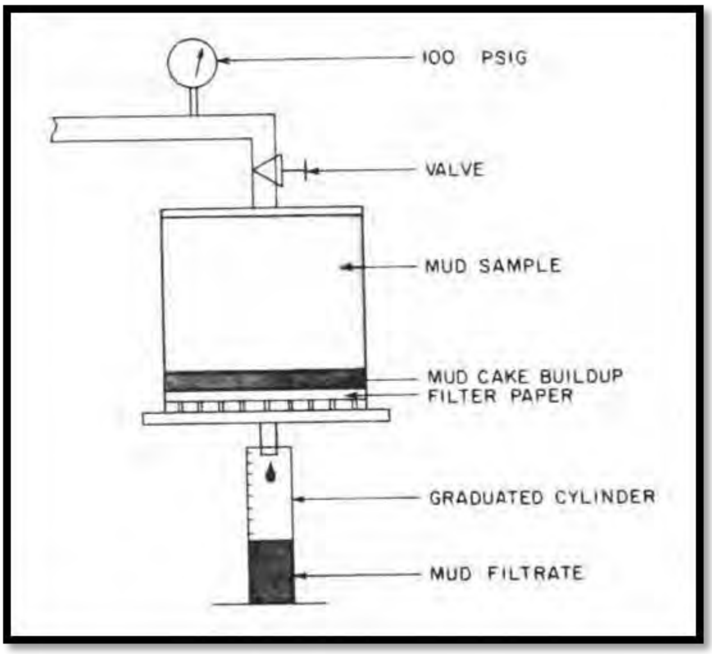
Lumpur bor juga memiliki sifat filtrasi tertentu dimana bila ia kontak dengan dinding lubang bor sebagian air dari lumpur tersebut akan tersaring menembus dinding lubang bor, sedangkan partikel partikel padatnya akan membentuk lapisan tipis (filter cake/mud cake) yang menempel pada dinding lubang dan mencegah filtrat menembus lebih jauh kedalam formasi. Ini berguna agar dinding lubang tidak mudah gugur karena proses pembasahan.

Kekentalan (viscositas) juga harus dimiliki olehlumpur bor agar ia mampu mengangkut cutting kepermukaan.

Pengukuran water loss dilakukan dengan menggunakan standart Filter Press, berdasarkan standard API adalah CC filtrat/30 menit pada tekanan 100 psi. Lumpur ditempatkan pada tabung yang dasarnya berfilter kertas dan diatas lumpur diberi tekanan udara/gas nitrogen/CO_2. Untuk ini baik air filtrat maupun tebal mud cake dilaporkandalam percobaan. Tebal mud cake dilaporkan dam satuan per tigapuluhdua inchi.

Sebenarnya pengukuran tersebut adalah statik kondisinya, yang berlaku jika sirkulasi dan pemboran berhenti, yang tentunya berbeda jika ada sirkulasi dan bit menghancurkan mud cake yang terbentuk.

Filtration loss yang terlalu besar buruk efeknya terhadap formasi maupun lumpurnya, karena akan mengakibatkan formation damage, dan lumpur akan kehilangan banyak cairan. Mud cake sebaiknya tipis agar tidak memperkecil ukuran lubang bor.



Gambar 4.7. Skema pengukuran water loss dengan filter press

Pengontrolan dilakukan dengan penambahan :

- Penambahan kolloid (bentonite)
- starch
- CMC
- Q-broxin

4.1.4. Gel strength

Gel strength merupakan pembentukan padatan karena gaya tarik menarik atara plat-plat clay jika didiamkan. Sifat ini adalah dalam kondisi statis dimana clay dapat mengatur diri. Maka seiring dengan bertambahnya waktu maka akan berrtambah pula gel strengthnya. Untuk standarisasi perlu dilaporkan gel strength dua kali, pada 0 menit dan 30 menit setelah lumpur diaduk.

Gel strength juga merupakan karakteristik lumpur yang penting yang mempengaruhi kemampuan membersihkan lubang dan mencegah pengendapan drill cuttings kedasar lubang.

Pengukuran gel strength dilakukan dengan

- stromer viscometer,
- shearometer, dan
- fann VG meter.

Gel strength yang terlau kecil akan menyebabkan terendapnya cutting/pasir pada saat sirkulasi berhenti, sedangkan bila terlalu besar akan mempersulit usaha pompa untuk memulai sirkulasi lagi.



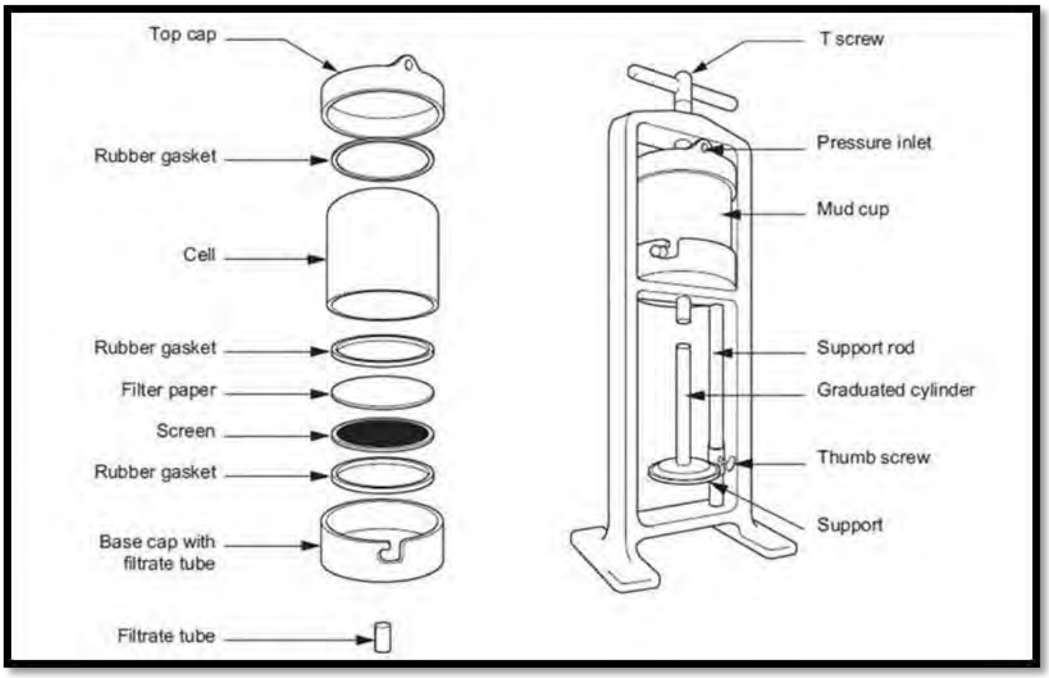
Gambar 4.8 API Filter Press

4.1.5. Kadar padatan

Kadar padatan (solid content) terutama yang bersifat bentonitik (clay solids) yang berasal dari cutting yang terdispersi kedalam

lumpursangat berpengaruh terhadap kecepatan pemboran, pemakaian pahat, serta waktu pemboran. Solid content secara keseluruhan kecuali memperlambat kecepatan bor, juga merangsang terjadinya jepitan pipa, menaikkan berat jenis yang tidak perlu serta menyebabkan kerusakaan pada formasi. Itulah sebabnya peralatan pembersih (solid control equipment) seperti shale shaker, desander, desilter harus berfungsi maksimal agar program lumpur dapat berhasil.

Dengan kata lain lumpur bor harus memiliki sifat alir (rheologi) dan filtrasi yang dibutuhkan untuk menjalankan fungsinya.



Gambar 4.9Bagian-bagian API Filter Press

4.2 PROSEDUR PENGUJIAN SIFAT LUMPUR PEMBORAN

Pengujian – Pengujian yang sering dilakukan oleh drilling crew adalah :

1. Density lumpur
2. Viskositas dan gel properties
    a. Marsh funnel

b. Direct-indicating viscometer

3. Filtration loss dan mud cake

    a. Low pressure test

    b. High temperature , pressure test

4. Sand Content

5. Solid Content dan Oil Content

Test	WBM	OBM	Synthetics	CWO
Alkalinity	✓	✓	✓	
Alkalinity: Filtrate (P_f/M_f)	✓			
Alkalinity: Alternate filtrate (P_1/P_2)	✓			
Brine clarity				✓
Brine specific gravity (density)				✓
Carbonate concentration	✓			✓
Chloride content	✓	✓	✓	✓
Crystallization point				✓
Density: Baroid mud balance	✓	✓	✓	✓
Density: Pressurized mud balance	✓	✓	✓	✓
Electrical stability		✓	✓	
Filtrate: LTLP	✓	✓	✓	
Filtrate: HTHP	✓	✓	✓	
Hardness: Calcium	✓			✓
Hardness: Total	✓			✓
Iron content				✓

Field Test lumpur & Completion Fluid

4.2.1. Pengujian Densitas

Densitas lumpur umumnya diukur dengan mud balance dengan kemampuan akurasi 0,1 lb/gal. Mud balance dikalibrasi dengan air tawar pada suhu 70° ±5° yang akan memberikan hasil pembacaan 8,3 lb/gal.

Langkah – langkah Kalibrasi :

1. Tempatkan Mud Balance pada tempat yang rata dan datar
2. Pastikan mud balance bersih dan kering, isi dengan air tawar, tutupkan lid sambil sedikit diputar. Pastikan sedikit air keluar dari lubang lid untuk mengeluarkan sisa gas atau udara.
3. Letakkan ibu jari pada lubang lid dan tahan lid pada cup. Cuci dan seka bagian luar cup dengan kain lap dan keringkan.
4. Tempatkan balance arm pada penyangga (fulcrum) dan seimbangkan dengan menggeser rider sepanjang graduated scale sampai level buble berada persis di tengah garis.
5. Pengukuran akan menghasilkan angka 8,3 lb/gal. Apabila tidak maka atur calibration screw pada ujung balance arm. Beberapa mud balance tidak menyediakan calibration screw sehingga harus menambahkan atau mengurangi beberapi butir timah hitam melalui penutup kalibrasi.

Langkah – langkah pengukuran sampel lumpur :

1. Ukur dan catat temperatur dari sampel yang akan diukur
2. Tempatkan Mud Balance pada tempat yang rata dan datar
3. Pastikan mud balance bersih dan kering, isi dengan sampel lumpur, tutupkan lid sambil sedikit diputar. Pastikan sedikit sampel keluar dari lubang lid untuk mengeluarkan sisa gas atau udara.
4. Letakkan ibu jari pada lubang lid dan tahan lid pada cup. Cuci dan seka bagian luar cup dengan kain lap dan keringkan. Sedikit sisa sampel lumpur pada bagian arm dan cup akan mempengaruhi akurasi pengukuran.

5. Tempatkan balance arm pada penyangga dan seimbangkan dengan menggeser rider sepanjang graaduated scale sampai level buble berada persis di tengah garis.
6. Baca hasil pengukuran densitas (weight) lumpur yang ditunjukkan pada bagian kiri rider dan catatsampai dengan ketelitian 0,1 lb/gal.Laporkan densitas dalam satuan lb/gal, lb/ft^3, atau SG

4.2.2. Pengujian Viscositas dengan Mars Funel



Gambar 4, Mars Funel

Marsh Funel memiliki ukuran standard panjang 12 inchi, diameter bagian atas 6 inchi, serta diameter tabung bawah 3/16 inchi dengan panjang 2 inchi.

Sampel lumpur sebanyak 1 quartz (946 ml) dituangkan ke dalam funel melalui saringan yang terdapat pada bagian atas dan dicatat waktu yang

diperlukan untuk mengalir ke dalam gelas ukur sampai habis. Untuk air tawar akan memerlukan waktu 26 detik/quatz.

Peralatan yang diperlukan adalah :

- Marsh Funnel
- Pencatat waktu atau stopwatch
- Gelas ukur atau graduated glass (viscosity cup)

Langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

1. Tekankan jari telunjuk pada lubang irifice pada ujung bawah funel, tuangkan sampel lumpur melalui saringan funel sampai lumpur mencapai dasar dari saringan (1500 ml). Letakkan viscosity cup pada bagian bawah tip dan lepaskan tekanan jari pada lubang orifice dan mulai menghitung waktu mengalirnya lumpur sampel.
2. Stop pengukur waktu ketika level mencapai tanda 1-qt pada viscosity cup.
3. Catat waktu yang diperlukan untuk mencapai tanda 1-qt, laporkan hasil pengukuran sebagai sec/qt API
4. Ukur dan catat suhu sampel dalam °F

4.2.3. Pengujian Dengan Rheometer

PROSEDUR PENGOPERASIAN:

Untuk 600 RPM, gerakkan tuas gear shift ke bawah sampai mengait pada detent dan kemudian putar crank pada kecepatan yang memadai supaya gelincir dapat terlihat. Untuk 300 RPM, angkat tuas gear shift ke atas dan putar crank kembali dengan kecepatan yang cukup supaya gelincir dapat terlihat. Kecepatan adukan yang tinggi diperoleh dengan memindahkan tuas shift ke bawah melewati detent dan kemudian memutar crank.

Untuk mendapatkan 300 dan 600 RPM pembacaan tekanan shearing untuk satu sampel lumpur:

1. Tempatkan satu sampel yang di-aduk sebelumnya di dalam wadah yang cocok dan turunkan kepala instrumen sampai lengan rotor terbenam tepat pada garis penulis. Untuk tetap pada posisi ini, ketatkan sekrup kunci pada lengan kiri instrumen. Dengan gear shift pada pengaturan kecepatan tinggi, putar crank kira-kira 15 detik, bebaskan pengaturan 600 RMP dan lanjutkan cranking.

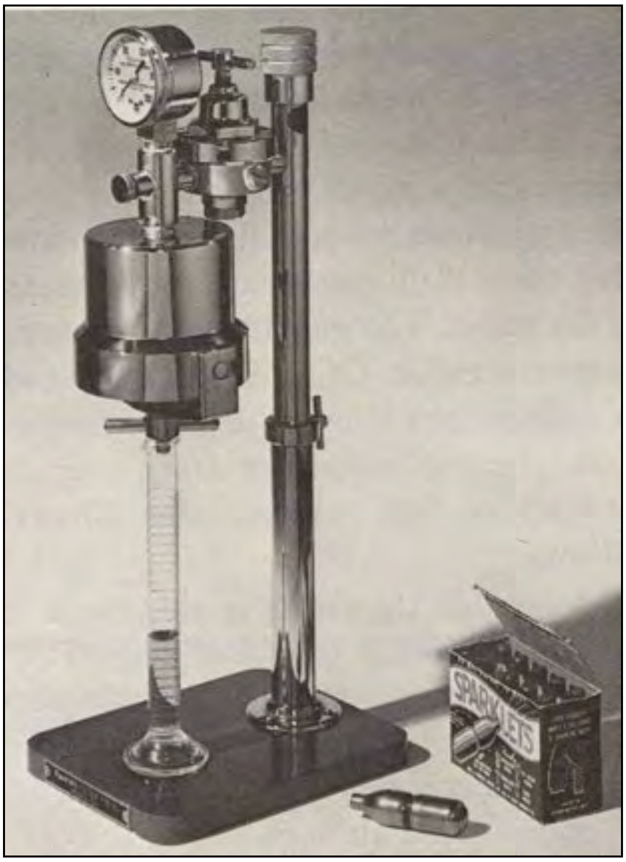
2. Tunggu untuk pembacaan dial untuk tiba pada nilai tetap (waktu yang diperlukan tergantung pada karakteristik sampel). Ini adalah pembacaan kecepatan tinggi (600 RMP). Gerakkan tugas gear shift kearah atas, crank dan tunggu untuk pembacaan dial untuk mencapai nilai tetap. Ini adalah pembacaan baca kecepatan rendah (300 RPM).

Biasanya perlu untuk mengganti nilai tekanan shearing dengan rumus yang rumit untuk menentukan kekentalan plastik dan titik luluh, namun menggunakan Baroid Rheometer, kecepatan dan konstanta alat adalah begitu seimbang sehingga nilai dibaca pada 300 RPM dikurangi dari pembacaan 600 RPM sama dengn kepekatan plastik pada centipoises. Selisih yang diperoleh (kepekatan plastik) dikurangi dari pembacaan 300 RM sama dengan titik luluh pada lb/100 kaki persegi.

yaitu, pembacaan 6000 RPM, pembacaan 300 RPM = kepekatan pastik pada centipoises.

Pembacaan 300 RPM – kepekatan plastik = titik luluh pada lb/100 kaki persegi.

4.2.4. Pengujian FiltrasiCairan Pengeboran dengan Filter Press :



Gambar 4.10. Low Pressure Filter Press

Pengujian FiltrasiCairan Pengeboran dengan Low Pressure Filter Press

1. Pasang kertas filter press
2. Isi reservoir sampi ½ inch dari atas.kemudian tutup.
3. Tekan dengan udara, atau arbon dioksida atau nitrogen dengan mengatur regulator tekanan mencapai 100 psi ± 5 psi (API test)
4. Tampung rembesan fluida dengan gelas ukur dan catat fluida filtrate loss dalam CC/30 menit
5. Apabila filtrate lost lebih dari 8 CC/30 menit maka pengukuran APi dapat didekati dengan hasil pengukuran filtrate loss dalam 7 ½ menit dikalikan dua

6. Buang lumpur dan ambil Filter Paper kemudian ukur ketebalam mud cake dalam 1/32 inch

Pengujian FiltrasiCairan Pengeboran dengan High Pressure High Temperature Filter Press :



Gambar 4.11. High Pressure Filter Press

Berikut ini adalah prosedur uji standard untuk suhu 300 F pada 500 psi yang disesuaikan oleh API untuk penggunaan dengan Baroid High

Temperature High Pressure Filter press No. 387 yang memiliki luas saringan 3.5 inci persegi.

1. Hubungkan jaket pemanas sampai tegangan 110 volt atau yang tepat untuk alat sebelum pengujian dibuat. Tempatkan sebuah thermometer pada sumur thermometer. Lakukan pemanasan pendahuluan pada jaket pemanas pada suhu 310 F. Sesuaikan thermostat untuk mempertahan suhu yang konstan.
2. Ambil lumpur dari garis aliran atau panaskan sebelumnya sementara pengadukan pada suhu 120-130 F.
3. Isi sel seperti direkomendasikan oleh pabrik. Hati-hati untuk tidak mengisi sel lebih dekat dengan 3/4 " dari atas untuk memungkinkan perluasan.
4. Tempatkan sel ke dalam jaket pemanas dengan stem katup atas maupun bawah tertutup. Juga pindahkan thermometer ke thermometer sel.

   Tempatkan unit tekanan pada katup atas dan kunci di tempat. Tempatkan penerima tekanan bawah dan kunci di tempat. Gunakan 100 psi untuk kedua unit tekanan dengan stem katup tertutup. Buka katup atas dan gunakan 100 psi pada lumpur ketika memanaskan
5. Ketika sampel mencapai suhu 300 F, buka katup bawah dan tambah tekanan unit tekanan atas pada 600 psi untuk memulai filtrasi. Kumpulkan filtrat selama 30 menit untuk mempertahankan suhu +-5 F. Jika diinginkan, catat volume pertambahan setelah 2 detik. Jika tekanan lawan naik kira-kira 100 psi selama uji, secara hati-hati membuang tekanan dengan mengumpulkan satu bagian dari filtrat. Catat total volume.
6. Volume filtrat harus dikoreksi pada daerah filter 7.1 inci persegi. (Jika area filer adalah 3 inci persegi, *gandakan volume filtrat* dan laporkan). CATATAN: Ini berlaku untuk Baroid No. 387 Filter Press.
7. Pada akhir dari tes, tutup kedua stem katup. Tarik mundur Sekrup dan

buang tekanan dari kedua regulator.

8. *Hati-hati, Sel Filter akan masih Berisi Kira-kira 500 psi.*

   Jaga sel pada posisi lurus keatas dan dinginkan pada tekanan ruangan. (Setelah sel dingin, lanjutkan untuk memegang sel lurus ke atas (tutup ke bawah) dan longgarkan katup atas secara perlahan buang tekanan).

9. Jangan gunakan filtrat untuk analisis kimia.

10. Jika cake compressibility diinginkan, prosedur dapat diulangi menggunakan 200-psi untuk tekanan-puncak dan 100 psi untuk tekanan-bawah.

11. Ketika temperatur atau suhu lain digunakan, catat baik temperatur maupun tekanan. Temperatur 300 F dipilih sehingga di dalam cakupan dimana prosedur perawatan lumpur suhu tinggi dan bahan kimia diperlukan. Sebagian besar lumpur dialirkan di bawah suhu ini, dan pada lumpur ini suhu rendah standard atau uji temperatur menengah dapat digunakan. Temperatur tes tersebut harus ditentukan

Filtrate lost yang besar akan berakibat buruk, karena

- Terjadi penurunan effektif permeabilitas terhadap minyak atau gas (formation damage),
- Bila filtrate lost berupa air, di formasi clay/shale dapat mengembang sehingga lubang bor menyempit atau dinding lubang runtuh.
- Akan merbentuk mud cake yang tebal, yang akibatnya dapat memperbesar kemungkinan terjadi differential stuck.
- Lumpur yang baik adalah lumpur memiliki sifat filtrate lost rendah dan mud cake yang tipis

4.2.5. Pengujian Kandungan Pasir dengan Retort

Oleh definisi, partikel-partikel padat yang lebih besar dari 74 mikron (200 mesh) dikelompokkan sebagai *pasir* API. (Satu mikron adalah seper satu-juta meter. Satu inci ada kira-kira 25,400 mikron). Penentuan yang pasti akan kandungan pasir dari lumpur pengeboran adalah perlu karena partikel-partikel ini dapat menjadi sangat abrasif, dan dapat menyebabkan pengendapan filter cake (blotong) yang tebal pada dinding lubang, atau dapat mengendap pada lubang di sekitar perkakas ketika sirkulasi dihentikan, mengganggu operasi dari perkakas pengeboran atau rangkaian casing.Padatan yang ada pada lumpur pengeboran memiliki perang yang sangat penting dalam kinerja lumpur, dan pada keseluruhan efisiensi dari operasi pengeboran. Kandungan padatan mempengaruhi sebagian besar sifat lumpur, termasuk densitas, viskositas, kekuatan gel, kehilangan fluida dan stabilitas temperatur.

Padatan yang ada pada lumpur pengeboran memiliki perang yang sangat penting dalam kinerja lumpur, dan pada keseluruhan efisiensi dari operasi pengeboran. Koleh karena itu kandungan padatan mempengaruhi sebagian besar sifat lumpur, termasuk densitas, viskositas, kekuatan gel, kehilangan fluida dan stabilitas temperaturKandungan padatan memiliki pengaruh yang signifikan pada treatment lumpur. Unsur-unsur penting dari analisis padatan adalah kandungan pasir; total padatan, kandungan minyak dan air; dan kapasitas tukar katian. Pada sub bab ini, kalian akan mempelajari bagaimana melakukan tes-tes tersebut untuk masing-masing unsur-unsur ini.



Gambar 4.12. Retort

Prosedur Pengujian Kandungan Pasir dengan Retort:

1. Curahkan lumpur ke dalam Baroid Sand Content Tube sampai terisi pada tanda yang ditandai “Mud to Here.” Kemudian tambahkan air pada tanda yang diberi tanda “Water to Here.” Tutup mulut pipa dengan ibu jari dan goncang dengan kuat.
2. Curahkan adukan ini melalui saringan, hati-hati mencuci sesuautu keluar dari pipa dengan air bersih melalui saringan yang sama. Besihkan pasir yang tertahan pada saringan dengan aliran air untuk menghilangan lumpur dan partikel serpihan.

3. Cocokkan corong ke atas saringan, balikkan secara perlahan, putar ujung corong ke dalam mulut pipa, dan cuci pasir kembali kedalam pipa dengan semprotan halus air bersih pada sisi belakang saringan. Biarkan pasir diam. Amati jumlah pasir yang diam pada pipa yang dikalibrasi sebagai kandungan pasir dari lumpur.

HASIL:

Laporkan kandungan pasir dari lumpur di dalam persen dengan volume (10% dengan volume). Pertimbangkan zat padat kasar lain yang diperoleh pada saringan.

4.2.6. Pengujian Solid Content dan Oil Content

Pengetahuan mengenai kandungan cairan dan padatan dari lumpur pengeboran adalah penting untuk kontrol sifat lumpur yang baik. Informasi ini akan sering menjelaskan kinerja buruk dari lumpur dan menunjukkan apakah anda harus mengkondisikan lumpur dengan menambahkan air, menggunakan pengencer kimia, atau menghilangkan kontaminan tertentu. Juga, kontrol perbandingan minyak/air yang tepat dan emulsi air di dalam minyak pada lumpur dasar-minyak tergantung pada pengetahuan akan Kandungan Minyak tersebut.



Gambar 4.13 Mud Chamber

1. Ambil mud chamber dari retort dan buka
2. Isi upper chamber dengan steel wool
3. Isi mud chamber dengan contoh lumpur pasang kembali lid untuk membuang lebihan lumpur dan yakinkan tidak ada udara terperangkap
4. Bersihkan sisa lumpur dan sekrupkan mud chamber kedalam upper chamber.
5. Letakkan retort kedalam isulator block dan letakkan isulator pembungkus ke tempatnya
6. Letakkan gelas ukur dibawah condenser yang telah diberikan wetting agent
7. Hubungkan pemanas dengan sumber listrik dan pemanasan dilakukan sampai minyak tidak keluar lagi atau lampu pilot pada themostatic padam.
8. Ukur volume minyak dan air.

MELAPORKAN HASIL

1 Melakukan perhitungan berikut ini untuk melaporkan hasil pengujian:

a Persen minyak dengan volume = cc minyak x 10.

b Persen air dengan volume = cc air x 10

c Persen padatan dengan volume = 100 – (cc minyak + cc air) x 10

d Gram minyak = cc minyak x 0.8

e Gram air = cc air

f Gram lumpur = lb per gal. berat lumpur x 1.2.

g Gram padatan = Gram lumpur – (gram minyak + gram air).

h ml padatan - (cc minyak + cc air)

i Gravitasi Spesifik Rata-Rata (ASG) padatan

$$= \left(\frac{\text{gram padatan}}{\text{grams lumpur}} \right)$$

j Persen padatan dengan berat

$$= \left(\frac{\text{grams padatan}}{\text{grams lumpur}} \right) \text{X } 100$$

k Persen padatan gravitasi tinggi oleh volume = (ASG padatan -2.5) x 55.6

CATATAN –Ini untuk Barite murni (4.3 SG.); untuk 4.2 SG penggunaan 58.8 dari padar 55.6: (ASGS 2.5) x 58.8.

l Persen padatan gravitasi rendah oleh volume = 100 – padatan gavitasi tinggi

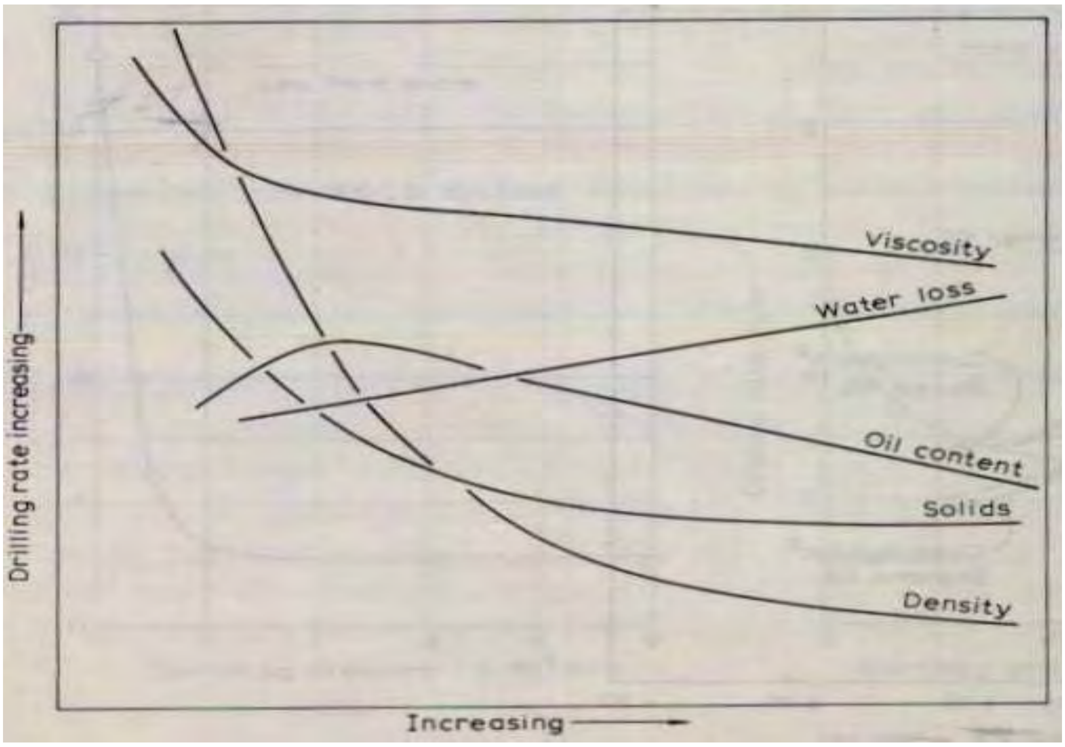
2 Laporkan hasil tes sebagai Kandungan Padata, Kandungan Minyak dan Kandungan Air di dalam Laporan Lumpur Pengeboran. *Juga*, hitung dan laporkan perbandingan minyak/air jika lumpur dasar-minyak yang digunakan

CATATAN – Untuk menghitung kandungan padatan secara akurat pada lumpur pengeboran yang mengandung lebih dari 1% garam oleh volume (lumpur salinitas tinggi), adalah perlu menghitung Average Specific Gravity (ASG) dari garam pada lumpur dan mengurangi ini dari total kandungan padatan yang tidak larut. (Analisis retort menunjukkan garam sebagai padatan).

Catatan – tahap padatan dari lumpur pengeboran dianggap terdiri dari dua komponen: (1) padatan gravitasi spesifik tinggi dengan gravitasi spesifik 4.2 dan (2) padatan gravitasi spesifik rendah dengan gravitasi spesifik 2.5. Total fase padatan, di dalam persen volume, ditemukan dengan menggunakan Baroid Oil and Water Retort. Menggunakan informasi yang tersedia dari uji retort, persamaan-persamaan pada bagian berikutnya memungkinkan estimasi gravitasi spesifik rata-rata dari padatan, persentase dari jenis padatan yang berbeda, dan persen padatan oleh berat pada lumpur. Hasil yang diperoleh dari persamaan-persamaan ini secara langsung tergantung pada uji retort. Untuk alasan ini, harus hati-hati untuuk membuat penentuan yang akurat

MENGINTERPRETASIKAN HASIL TES

Untuk sebagian besar sumur, Program Lumpur akan menyebutkan tambahan minyak yang direkomendasikan pada lumpur (% minyak menurut volume), dan berat lumpur akan menentukan cakupan padatan yang dapat diterima (% padatan menurut volume). Persen air menurut volume ditemukan dengan mengurangi persen minyak dan persen padatan dari 100%.



Gambar 4. Dampak Perubahan Sifat Lumpur Terhadap ROP

Tampak dari uraian diatas bahwa untuk membuat program, formulasi serta pengelolaan serta evaluasi performance lumpur pemboran diperlukan pengetahuan dan keahlian tersendiri.

Mud Engineering adalah keahlian rekayasa dibidang lumpur pemboran yang berbasis ilmu-ilmu geologi, kimia, mekanikan fluida dan perminyakan. Cabang Engineering ini telah tumbuh bersama dengan keahlian-keahlian lain dalam industri pemboran minyak dan gas bumi dan proses alih teknologinya ke Indonesia sudah berjaalan sejak tahun tujuh puluhan. Disamping harus merekrut dan mendidik Mud Engineers, perusahaan lumpur juga harus memiliki laboratorium baik untuk penyiapan program lumpur menggunakan pilot testing, monitoring kwalitas lumpur dilapangan maupun untuk meneliti kwalitas produk-produk yang akan dipakai.

Pengetahuan tentang lumpur pemboran bukan hanya harus dikuasai oleh perusahaan Lumpur (Service Company) tetapi juga oleh Oil Company serta Drilling Contractor. Perlu diketahui bahwa meskipun Mud

Company memiliki tangggung jawab yang besar, peralatan seperti Mud Pump, Solid Control Equipment adalah milik dan dioperasikan oleh Drilling Contractor. Program Lumpur dapat gagal apabila kedua pihak tersebut tidak memberikan kerjasama yang cukup.

Biaya Lumpur (Mud Cost)

Dibandingkan dengan jumlah biaya keseluruhan sebuah sumur, biaya lumpur hanyalah berkisar sekitar 8 – 10%. Biaya-biaya lain diantaranya:Sewa Menara Bor (Rig Rental Cost), Pemakaian Pahat (Bit Cost), Pemakaian Pipa Selubung (Casing & Tubing Cost), Biaya Semen (Cementing Cost), Logging Cost dsb.

Namun demikian lumpur dapat memberikan pengaruh sampai 60 – 70% terhadap jumlah biaya tersebut. Formulasi dan penanganan lumpur yang tidak benar dapat mengakibatkan biaya keseluruhan membengkak. Sebagai contoh, kadar padatan (solid content) yang tak terkontrol menyebabkan kendala-kendala sbb:

1. Merangsang terjadinya stuck pipe (pipa terjepit) sehingga operasi pemboran terhenti dan Rig Rental Cost naik ditambah biaya melepaskan jepitan,
2. Berat jenis Lumpur naik melebihi yang diperlukan, kemungkinan terjadi loss circulation yang juga akan menghentikan pemboran, menaikkan Rig Cost ditambah biaya pengatasannya makan yang cukup besar.
3. Kecepatan pemboran rendah, biaya pemakaian pahat (bit Cost) naik

Performance lumpur yang rendah bahkan dapat berakibat fatal, misalnya bila sampai terjadi blow-out, atau pori-pori formasi produktif tersumbat padatan lumpur bor sehingga sumur tidak dapat diproduksi.

BAB V
PENGONTROL PADATAN

Lumpur pengeboran terbaik sekalipun yang tersedia tidak dapat bekerja secara sendiri, harus didukung oleh peralatan kontrol padatan yang baik. Dengan secara efektif menggunakan peralatan kontrol padatan sesuka hati kalian, kalian dapat mempertahankan kontrol rheologi dan berat lumpur, mengurangi kebutuhan untuk dilusi, menghemat biaya air, mengurangi kehilangan lumpur, dan mempertahankan weighting material di dalam sistem sementara secara efektif menghilangkan padatan yang dibor.

Kontaminan adalah segala sesuatu ternasuk didalamnya, atom/ molekul / compound / senyawa / partikel padatan yang mampu merubah sifat fisika kimia pada fluida yang asli baik berasal dari formasi ataupun dari permukaan semaktu sirkulasi berlangsung

5.1 PENGELOMPOKAN KONTAMINAN

1. KONTAMINAN PRIMER

   Kontaminan utama dalam pengeboran adalah dari serbuk bor (cutting) saat drilling dari ukuran sebuk yang besar diatas 144 micron sampai 2 mikron dan semen

2. KONTAMINAN SEKUNDER

   Kontaminan tingkat sekunder adalah berupa serbuk bor yang lebih halus ber ukuran koloid atau super mikro <2 micron

3. KONTAMINAN TERSIER

   Kontaminan tingkat tersier adalah kontaminasi yang berasal dari air formasi, gas dan minyak yang mengalir bercampur lumpur. Selain dari pada itu dapat pula karena bakteri Organik dan Unorganik.

5.2 PENCEGAHAN DAN MENGATASI DENGAN PERALATAN MEKANIS

Pencegahan dan mengatasi dengan sistem ini adalah dengan memisakan dan membuang drill solid. Pemisakan ini yang paling edial adalah membuang seluruh drill solid demikian pertama kali akan masuk tangki lumpur yaitu di shale shaker. Tetapi bila drill solid lolos di shale shaker maka tahap berikutnya diupayakan pemisahan lagi walau berakibat terjadi penurunan ukuran / pecah akibat adanya aliran turbulensi saat proses pemisahan. Adapun peralatan tersebut adalah:

- Sand trap
- Desander
- Desilter
- Mud cleaner (mud conditioner)
- Centrifuge
- Cutting Dryer
- Cooling Tower

Dengan penggunaan secara baik peralatan kontrol padatan, pompa lumpur akan beroperasi lebih lama, casing dan pipa bor akan melawan keausan secara efektif, kecepatan penetrasi (Rate of Penetration) akan bertambah, dan bit akan tetap di dasar lebih lama (awet). Singkatnya, jika kalian menyediakan alat kontrol padatan, kalian akan menjadi engineer lumpur yang lebih efektif dan melakukan pekerjaan yang lebih baik untuk pelanggan kalian.

Ketika menggunakan alat kontrol padatan untuk menyelesaikan masalah lumpur yang disebabkan oleh padatan yang tidak diinginkan, urutan tugas kalian adalah sebagai berikut:

1 Analisa uji lumpur kalian untuk adanya padatan tidak diinginkan yang sangat tidak dapat diterima
2 Periksa alat kontrol padatan yang sudah kalian pasang di lokasi untuk memastikan alat tersebut beroperasi secara normal

3 Periksa alat kontrol padatan yang baru kalian sudah kalian pasang di lokasi untuk memastikan alat tersebut diatur dan dioperasikan dengan urutan yang benar
4 Periksa alat kontrol padatan yang sudah ada di lokasi untuk menentukan apakah alat tersebut memiliki kapasitas untuk menghilangkan cukup padatan yang tidak diinginkan untuk memecahkan masalah.
5 Jika alat yang sekarang tidak memiliki kapasitas yang diperlukan, cari tahu alat kontrol padatan yang diperlukan untuk mengatasi masalahnya.
6 Tentukan biaya harian menggunakan alat kontrol padatan tambahan yang kalian perlukan
7 Tentukan biaya dilusi yang diperlukan untuk mengatasi masalahnya.
8 Perbandingkan biaya menggunakan alat kontrol padatan dengan menggunakan dilusi untuk mengatasi masalah padatan yang tidak diinginkan, dan membuat pelanggan sadar akan biaya dan manfaat dari satu cara atas yang lain.
9 Rekomendasikan dan pasang alat kontrol padatan tambahan yang diperlukan.
10 Operasikan alat kontrol padatan untuk periode waktu yang cukup; periksa lumpur kalian; dan evaluasi keefektifan dari alat yang direkomendasikan ini.

Metode dasar pengontrol padatan adalah :

- Gravitational Settling
- Screening
- Hydrocyclon
- Rotating centrifuges

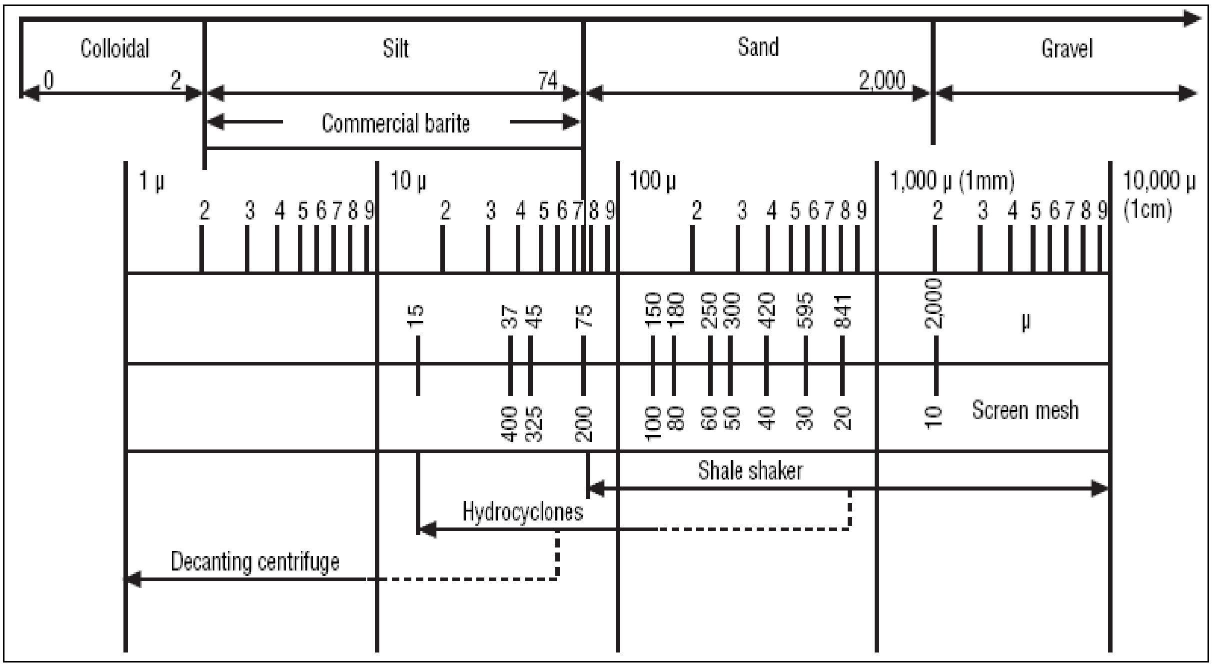
5.3 Klasifikasi Ukuran Padatan

Sangat penting dipahami bagaimana cara partikel dibedakan dan diklasifikasikan.

Partikel pada lumpur bor bervariasi antara sangat kecil (Kurang dari 1/25.400 inchi) sampai dengan sangat besar (lebih dari 1 inchi). Untuk

ukuran yang sangat kecil disebutkan dalam satuan mikron (1 mikron = 1/1.000.000 meter).

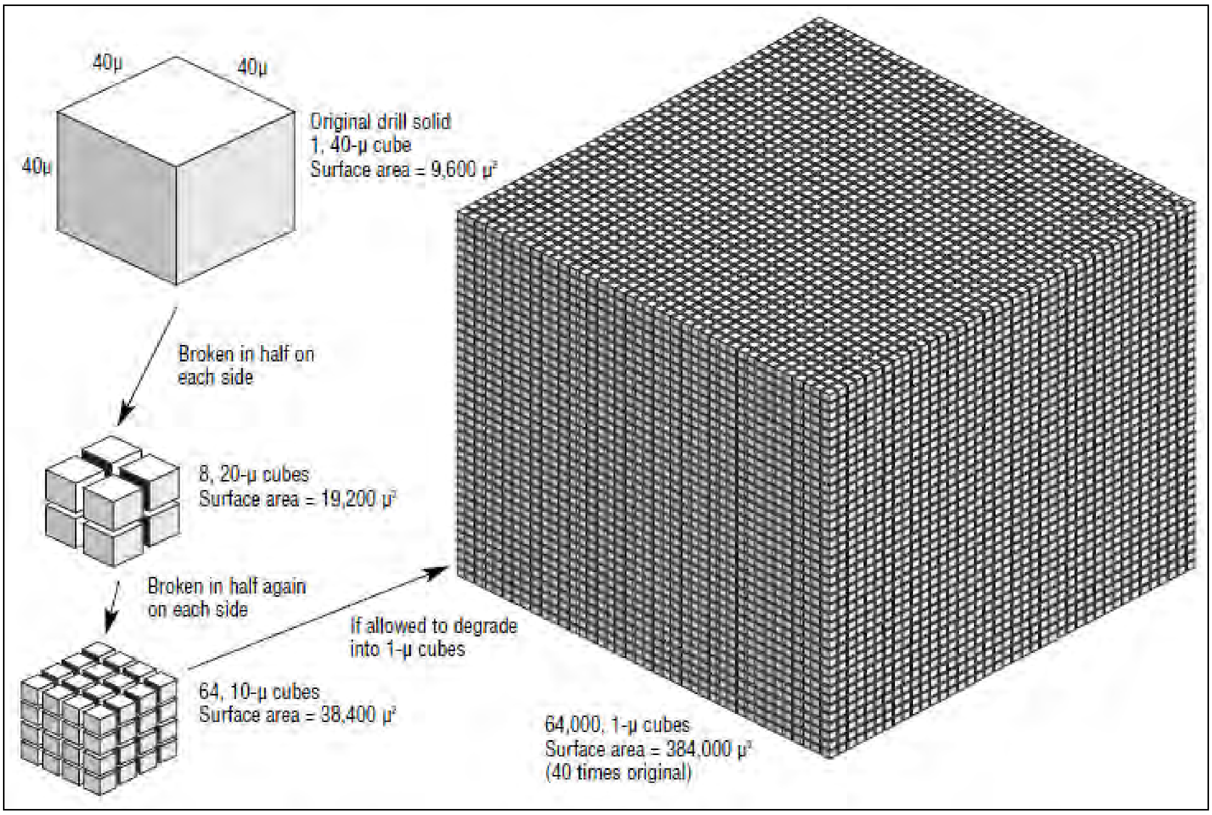
Dalam industri pengeboran minyak dan gas, ukuran butiran padatan lumpur menggunakan satuan mesh. Tabel berikut menjelaskan klasifikasi tersebut.



Gambar. Klasifikasi Ukuran Partikel

Category	Size	Example
Colloidal	2 µ or less	Bentonite, clays and ultra-fine drill solids
Silt	2 – 74 µ (< 200 mesh)	Barite, silt and fine drill solids
Sand	74 – 2,000 µ (200 – 10 mesh)	Sand and drill solids
Gravel	Larger than 2,000 µ (>10 mesh)	Drill solids, gravel and cobble

Gambar. Klasifikasi Padatan Berdasar Ukuran



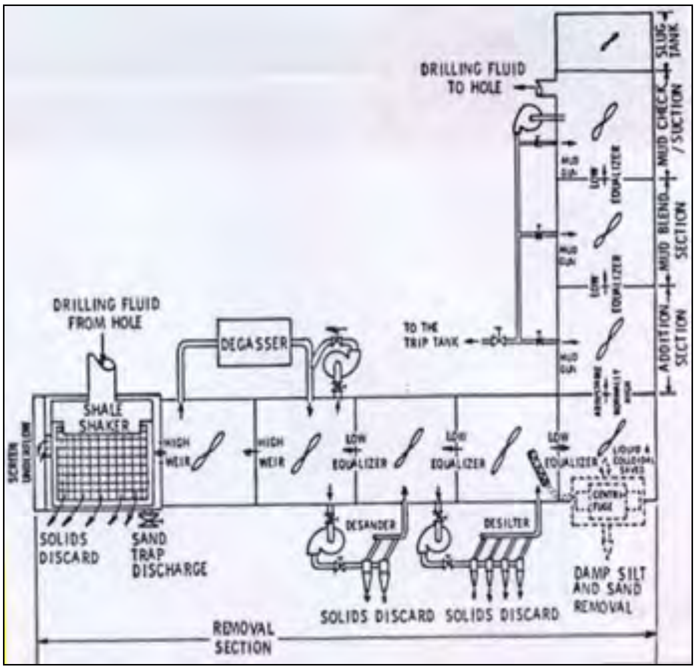
Gambar Pengaruh dari ukuran padatan terhadap Luasan permukaan

5.4 Peralatan Pengontrol Padatan Lumpur Pemboran

Metode Pemisahan Padatan

Settling pit atau kolam retensi sering digunakan pada proses pemisahan modern . Laju pemisahan pada settling pit bergantung pada :

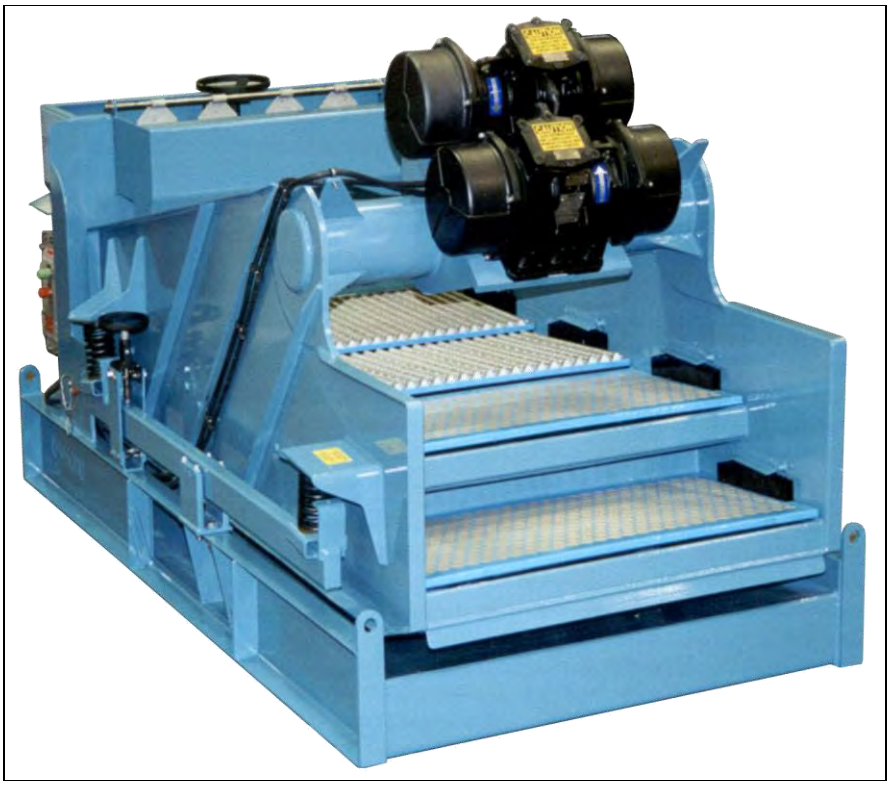
1. Ukuran, SG bentuk butiran dari partikel
2. Densitas lumpur pemboran
3. Viscositas lumpur bor
4. Tipe aliran fluida
5. Waktu lamanya berada didalam pit



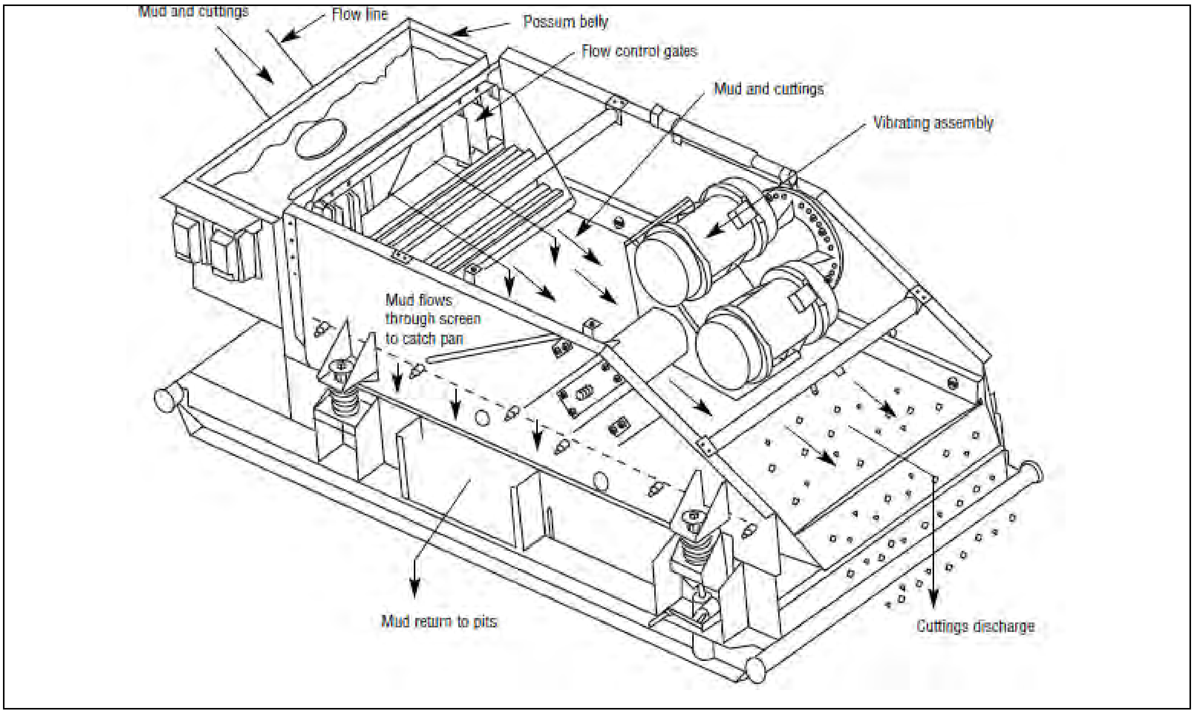
Gambar   Susunan Mud Treating

<u>SHALE SHAKER</u>

Bagian pertama dari alat kontrol padatan yang ditemui lumpur pengeboran kalian adalah shale shaker. Adalah garis pertahanan pertama kalian di dalam menghilangkan padatan yang tidak diinginkan dari lumpur. Prinsip-prinsip pengoperasiannya adalah relatif sederhana.



Gambar   Shale Shaker



Gambar   Bagian – bagian Shale Shaker

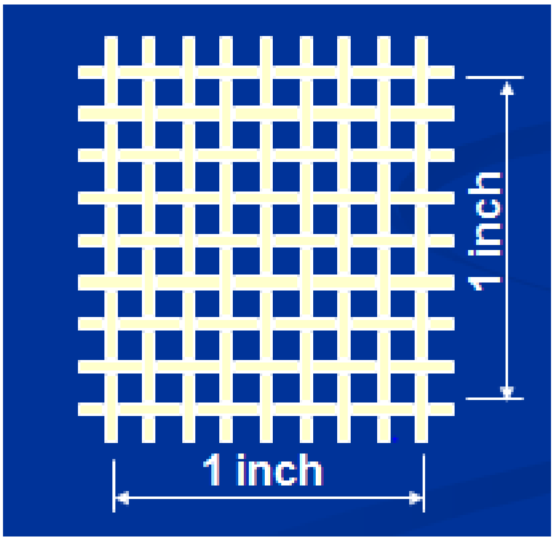
1 Lumpur dimasukkan pada satu saringan getar atau beberapa saringan.
2 Ketika lumpur mengalir pada permukaan saringan, getaran memisahkan padatan dari lumpur.
3 Padatan yang lebih besar tidak dapat lolos melewati bukaan saringan, sehingga padatan yang mengambang diatas saringan akan dibuang
4 Lumpur yang mengandung padatan yang lebih halus lolos melalui bukaan saringan pada suatu rig tank.

Ukuran partikel-partikel padatan yang dibuang oleh shale saker tergantung pada ukuran dari bukaan saringan.

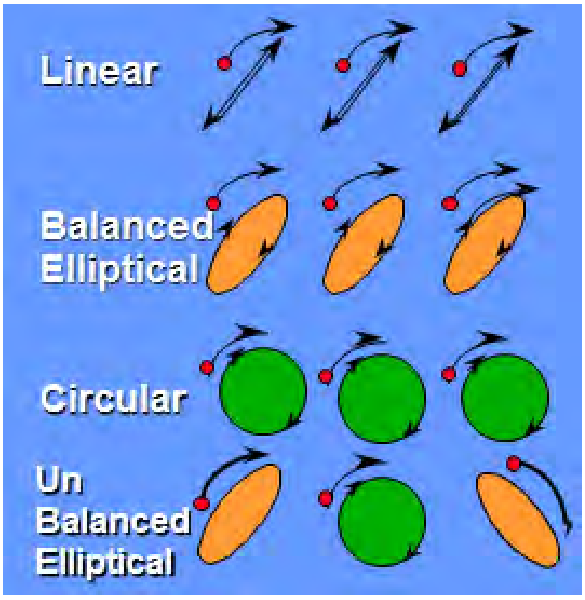
Ukuran Saringan biasanya disebutkan dalam satuan Mesh. *Mesh adalah istilah ukuran generic screen dimana menunjukkan jumlah lubang dalam stu inch*

Contoh, sebuah mesh screen 8 akan mempunyai 8 lubang untuk satu inch panjang

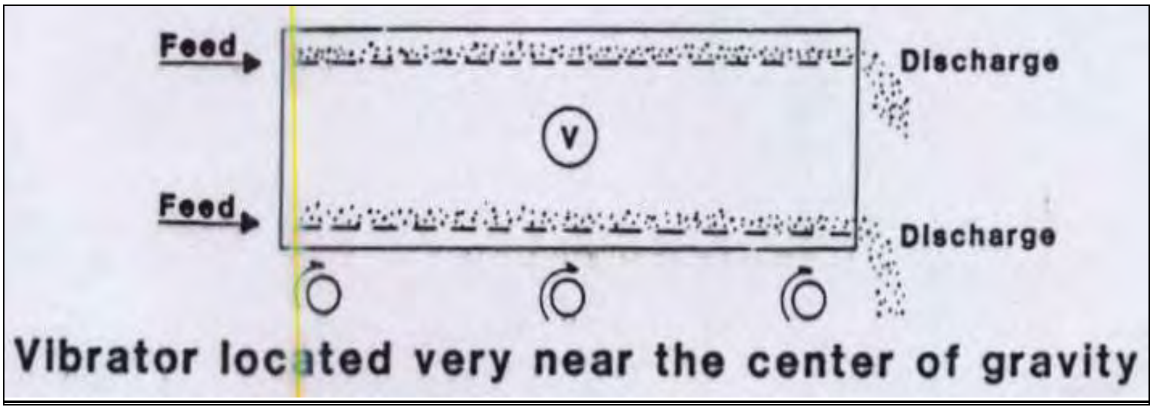
(i.e. 8 kawat per inch atau 8 API)



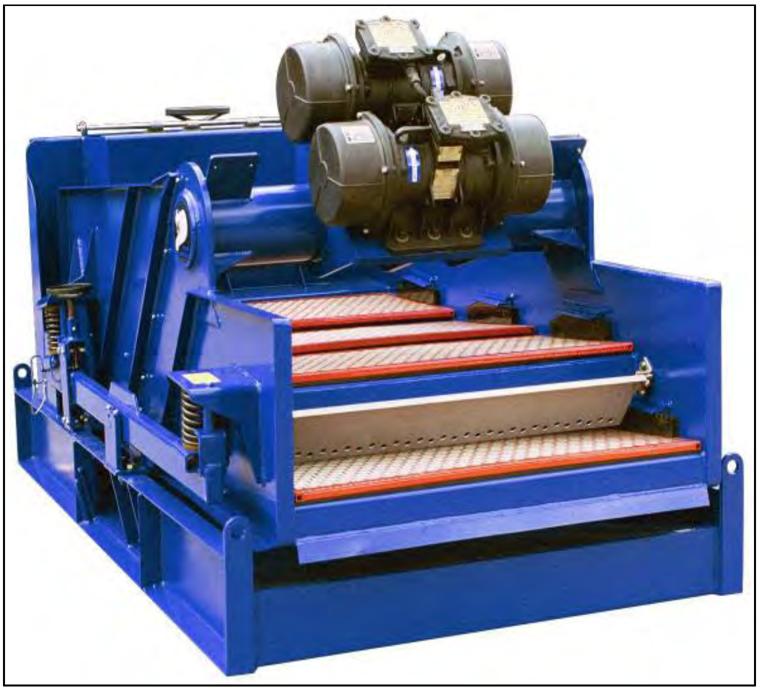
Gambar Ukuran saringan B mesh



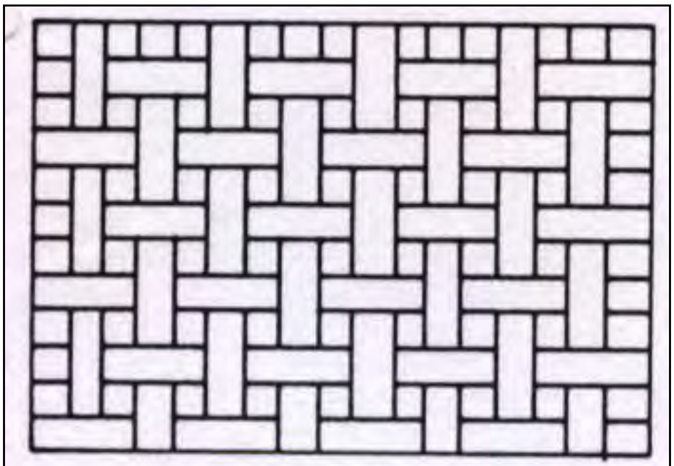
Gambar, Gerakan – gerakan dari shaker



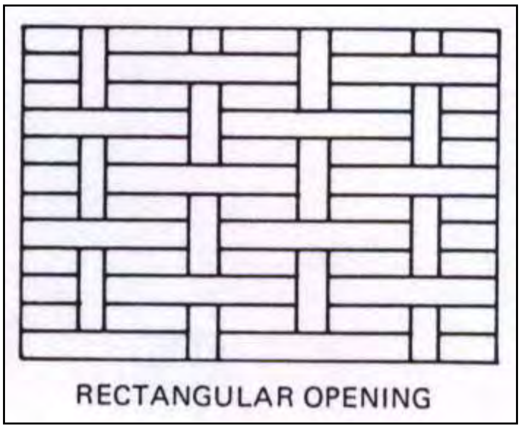
Gambar,, Circular Motion shaker



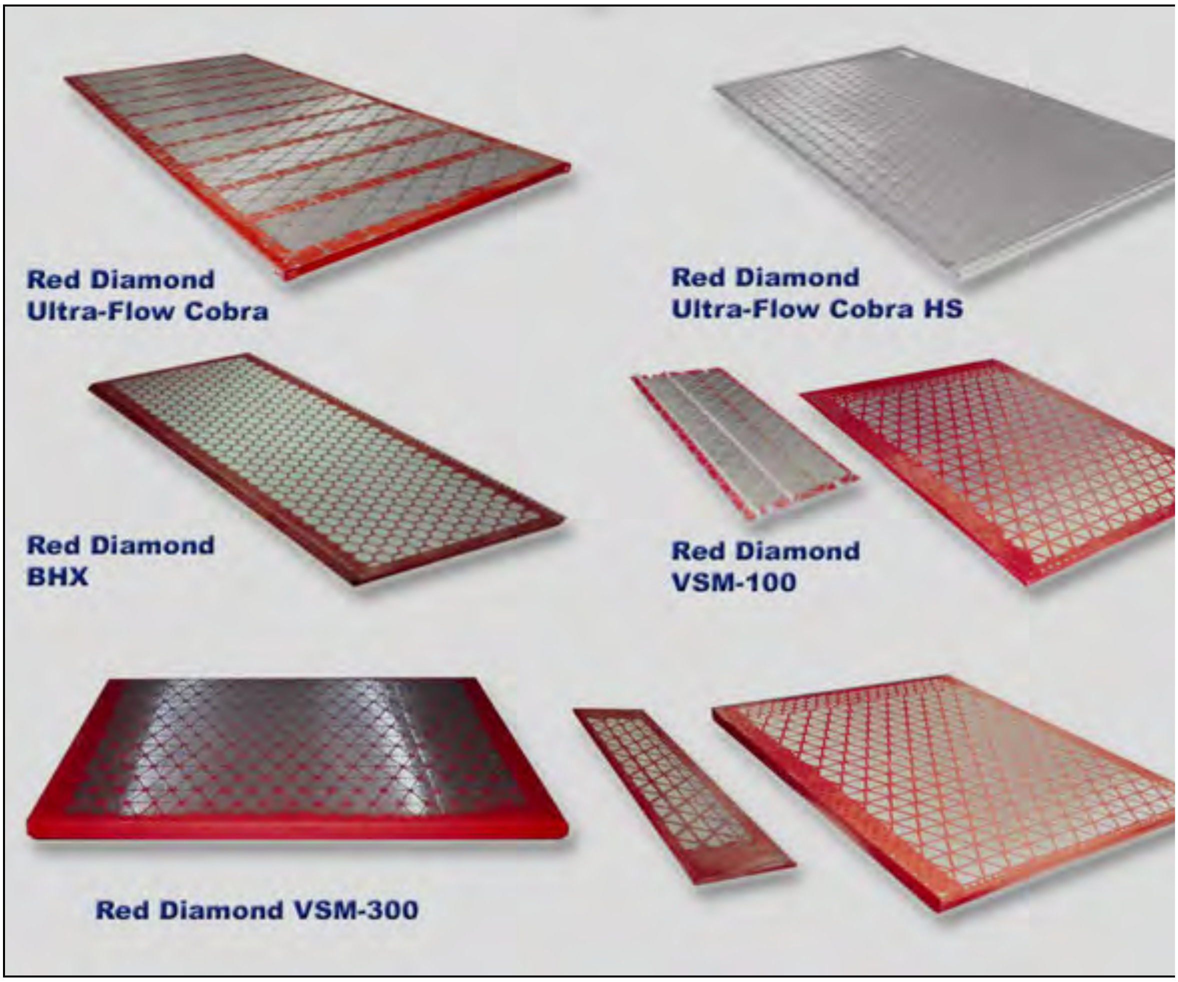
Gambar Liner motion shaker



Gambar Conventional Non Layered Screen



GambarPretension Conventional non layered screen



Gambar Screen dua dimensi

PERTANYAAN

Tulisakan empat langkah di dalam pengoperasian shale shaker.

JAWAB

Empat langkah di dalam pengoperasian shale shaker adalah:

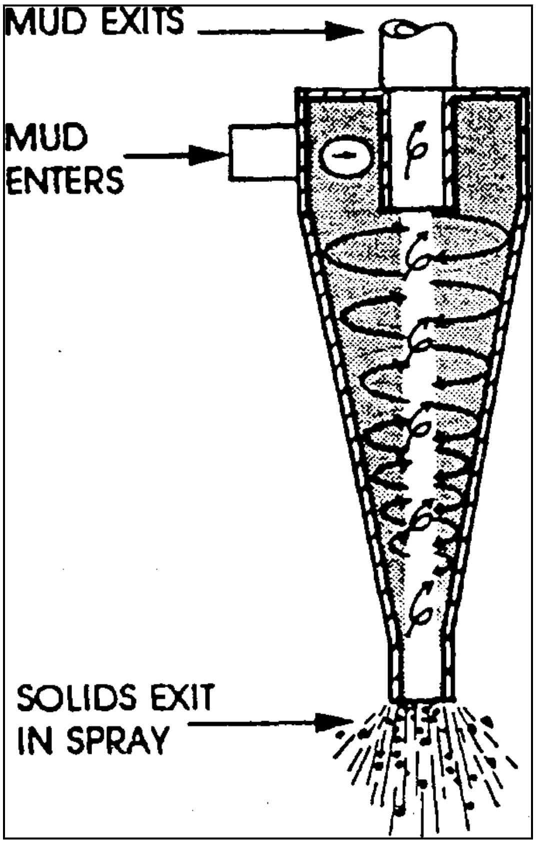
1. Lumpur dimasukkan pada saringan getar.
2. Getaran memisahkan padatan dari lumpur
3. Padatan yang lebih besar tidak dapat lolos saringan dan mengambang diatas saringan untuk dibuang
4. Lumpur yang mengandung padatan yang lebih halus lolos melalui saringan ke rig tank

5.5 DESANDER

Sekarang kalian sudah familir dengan shale shaker, mari kita beralih pada prinsip dan indikator pengoperasian dasar dari operasi normal untuk desander. Desander menghilangkan padatan dari lumpur pengeboran dengan gaya sentrifugal. Desander beroperasi dengan cara berikut ini:

1. Lumpur pengeboran memasuki kerucut desander pada sisi, dekat puncak.
2. Lumpur berputar menuruni bagian interior kerucut yang menciptakan gaya sentrifugal
3. Gaya sentrifugal ini memisahkan padatan yang lebih berat dari lumpur
4. Padatan keluar dari dasar kerucut dengan semprotan.

5. Dan lumpur ada pada puncak kerucut ke rig tank untuk pemprosesan lebih lanjut atau kembali ke sistem lumpur yang aktif



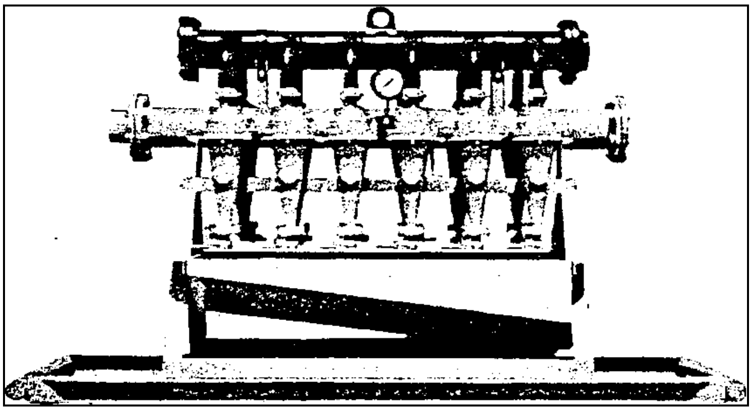
Gambar, Desander

PERTANYAAN

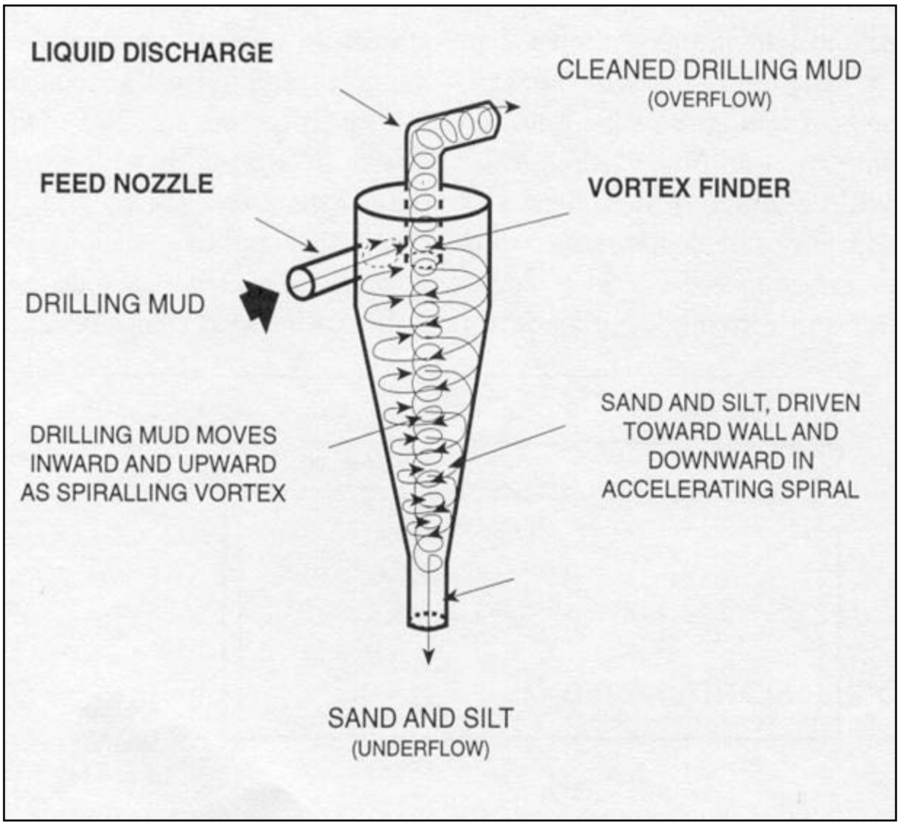
Jelaskan operasi dari desander?

JAWAB

1. Lumpur memasuki kerucut desander di pinggir, dekat puncak.
2. Lumpur berputar menuruni kerucut, menciptakan gaya sentrifugal.
3. Gaya sentrifugal memisahkan padatan dari lumpur
4. Padatan keluar dari dasar kerucut.
5. Lumpur keluar dari puncak kerucut.



Gambar, Desander



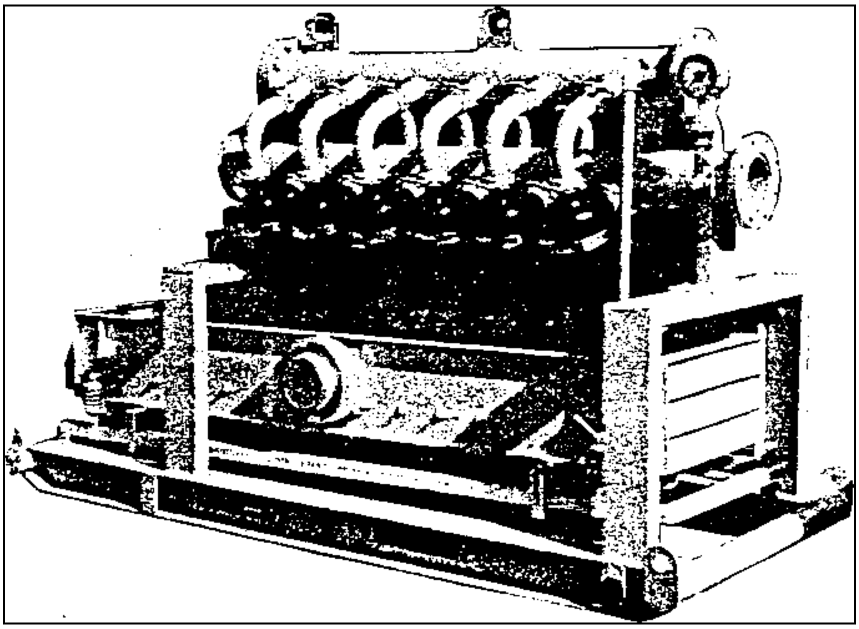
Gambar, Cara Kerja Desander

5.6 DESILTER

Jenis alat kontrol padatan berikutnya untuk dipertimbangkan adlaah desilter. Prinsip-prinsip operasi untuk desilter adalah sama untuk desander

1. Lumpur memasuki kerucut desilter pada sisi dekat puncak

2. Lumpur berputar menuruni kerucut
3. Gaya sentrifugal memisahkan padatan dari lumpur.
4. Padatan keluar dair dasar kerucut untuk pembuangan.
5. Lumpur keluar dair puncak kerucut dan mengalir ke rig tank.



Gambar Desilter

Prinsip kerja dari Hidrocyclone adalah sebagai berikut

- Feed slurry dialirkan melalui inlet dengan kecepatan (flow rate) tinggi dengan steady pressure atau feed head konstant pada range tertentu sesuai desain dari pabrik
- Pompa centrufugal dipakai untuk mendapatkan flow rate dan head yang diinginkan tersebut.
- Kecepatan yang tinggi dalam feed chamber akan menghasilkan suatu kecepatan putaran yang dapat menghasilkan gaya centrifugal. Fortex finder menyeabkan arah aliran spiral ke bawah kearah lubang buangan (under flow) solid discharge.

- Gaya centrifugal menyebabkan solid yang bermasa besar terlempar ke pinggir (keluar) dinding cyclone dan turun dengan aliran spiral ke bawah.
- Pemisahan solid dipengaruhi oleh berat jenis dan ukuran partikel. Ukuran solid mempunyai pengaruh lebih besar dari variasi density. Semakin besar partikel semakin lebih cepat turun terbuang.
- Pusaran cairan yang bermasa ringan sampai pada suatu tempat akan mulai membalik arah naik keatas di dekat poros cone yang bertekanan rendah sampai hampa karena gaya centrifugal yang meningkat semakin tinggi.
- Pada saat itu terjadiada aliran cairan yang bersih/ringan mendekati pusat dan terus naik keluar ke atas over flow dan
- Aliran spiral dari partikel solid bermasa besar yang berkecepatan tinggi terlempar keipinggir dinding terus turun keluar di underflow.
- Type Hydrocyclone yang bekerja seperti diatas ini didalam opreasi disebut “Balance Design”, apabila bukaan lubang dibagian buangan (underflow) berupa sebuah “circular weir atau “ring dam” dan bukan sebuah choke,
- Type lain type dari hydrocyclone disebut “Choke Bottom” apabila saluran buangan mempunyai back pressure, dengan memakai choke. Kecepatan pembuangan solid di lubang bawah dipengaruhi pembukaan choke tergantung besar prosentase solid yang ada.

Kemampuan dari sebuah hydrocyclone untuk memisahkan padatan dari lumpur berkurang karena :

- feed head (tekanan aliran) lebih besar atau lebih rendah dari range yang disarankan.
- kekentalan lumpur yang naik .
- perubahan bentuk padatan yang lebih tidak bulat.
- semakin kecilnya ukuran padatan.
- Semakin kecilnya lubang bukaan dari under flow.

- terlalu banyak padatan (% by volume) yang masuk ke syclone.

5.7 MUD CLEANER

Jenis alat kontrol padatan berikutnya untuk dipertimbangkan adalah mud cleaner. Mud cleaner adalah kombinasi dari kerucut desilter dan saringan getar serupa dengan saringan shale shaker. Prinsip-prinsip pengoperasian mengkombinasikan prinsip dari desilter dan shale shaker.

1. Lumpur memasuki kerucut dari sisi, dekat puncak
2. Lumpur berputar menuruni bagian interior kerucut.
3. Gaya sentrifugal memisahkan padatan yang lebih berat dari lumpur
4. Lumpur keluar dari puncak kerucut.
5. Padatan basah keluar dari dasar kerucut.
6. Padatan basah dibuang keatas saringan getar.
7. Padatan yang tidak diinginkan dibuang dengan saringan getar untuk dibuang.
8. Lumpur lolos melalui saringan pada rig tank.

<u>PERTANYAAN</u>

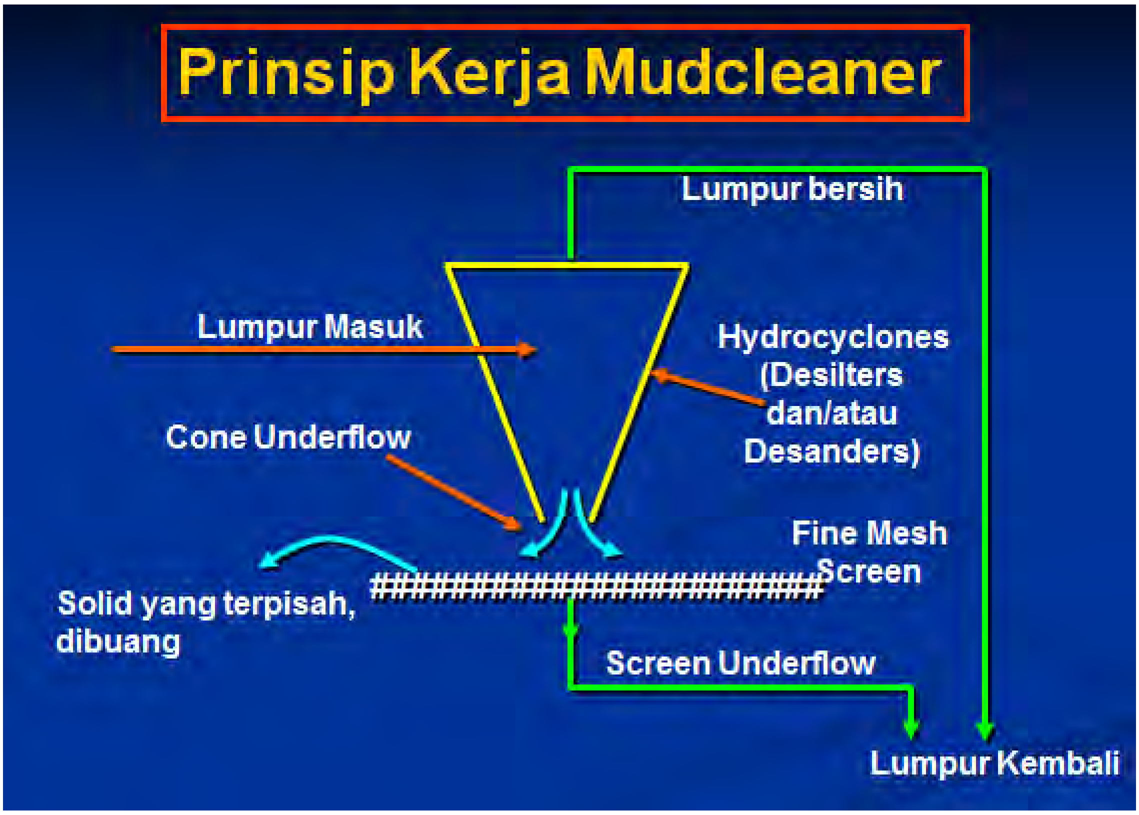
Jelaskan operasi mud clear.

<u>JAWAB</u>

Mud cleaner beroperasi dengan cara berikut ini:

1. Lumpur memasuki kerucut dari sisi, dekat puncak
2. Lumpur berputar menuruni kerucut.
3. Gaya sentrifugal memisahkan padaan dari lumpur.
4. Lumpur keluar dari puncak kerucut
5. Padatan basah keluar dari dasar.
6. Padatan basah tersebut dibuang pada saringan getar.
7. Padatan yang tidak diinginkan dibuang.

8. Lumpur lolos melewati saringan ke rig tank



Gambar Prinseip Kerja Mud Cleaner

Prinsip Kerja dari Mud Cleaner adalah

- Desilter/desander dipasang diatas over fine mesh shale shaker
- Dipakai pada weighted mud / fluid systems yang mahal
- Membuang drilled solids untuk menyelamatkan barite yang mahal, chemicals and liquids in the fluid system



Gambar Brandt Mud Conditioner

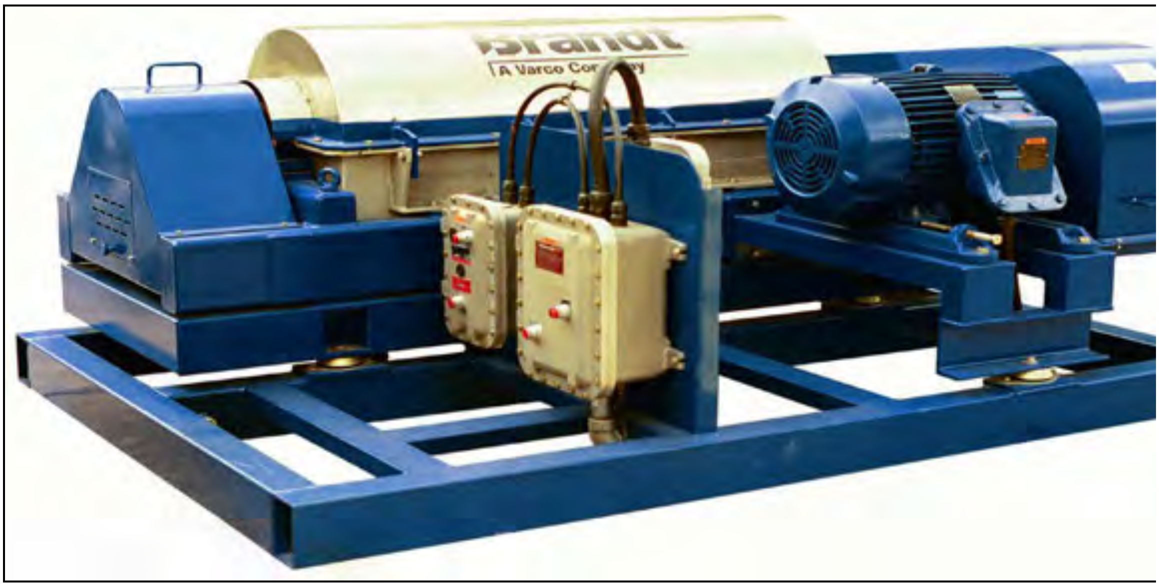
5.8 Centrifuge

Fungsinya adalah :

- Umumnya centrifuge pada unweighted mud (lumpur tidak diperberat) adalah untuk memisahkan padatan yang tidak diinginkan dari lumpur yang keluar dari underflow desander dan desilter, atau membuang solid dari lumpur yang tidak dipakai.
- Sedang centrifuge pada weighted mud adalah untuk memproses lumpur yang diperberat pada active system dan mengurangi kekentalan lumpur dengan membuang padatan yang sangat halus (berukuran coloidal), sedang padatan yang besar seperti barite drill solid yang seukuran barite kembali ke sistem lumpur.
- Centrifuge menghasilkan relatif padatan kering di under flow dibauang dan lebih banyak liquid (cairan) keluar di overflow bersama partikel-partikel yang sangat kecil kembali ke mud system.

Terdapat dua type centrifuge yang banyak dipakai, yaitu :

- - Decanting solid bowl centrifuge (decanter)
- - Perforated rotor centrifugel separator.



Centrifuge

Pemakaian centrifuge umumnya karena memiliki sifat sebagai berikut :

- Mempertahankan kandungan benda-benda padat berberat jenis rendah di dalam suatu sistem lumpur yang diperberat (weighted mud).
- Menyelamatkan bahan-bahan pemberat dari dalam lumpur dalam penyimpanan.
- Menyelamatkan bahan-bahan pemberat dari dalam lumpur kelebihan di dalam sistem lumpur yang aktif.
- Menyingkirkan drilled solid hasil pengeboran dari dalam lumpur yang tidak diperberat.
- Memproses underflow dari mud cleaners.

5.9 KISARAN PEMISAHAN UKURAN PARTIKEL

Seperti telah kita jelaskan, setiap jenis alat kontrol dirancang untuk memisahkan partikel-partikel di dalam kisaran ukuran tertentu. Kisaran untuk setiap jenis alat disebut kisaran pemisahan ukuran potongan atau partikel untuk masing-masing jenis alat kontrol padatan yang tersedia bagi kalian

Shale Shaker.

Ukuran partikel-partikel yang dipisahkan oleh shale shaker tergantung pada ukuran bukaan pada saringan yang digunakan. Jumlah bukaan per linear inch disebut mesh dan adalah pantulan dari ukuran bukaan layar. Semakin kecil bukaan pada saringan shale shaker, semakin kecil kisaran pemisahan ukuran partikel. Pada operasi normal shale shaker dapat memisahkan partikel-partikel sampai 160 mikron, sehingga kisan pemisahan ukuran partikel untuk shale shaker menjadi 160 mikron.

Desander

Kisaran pemindahan ukuran partikel untuk desander tergantung pada ukuran dari kerucut desander. Ukuran kerucut ditentukan oleh diamater bagian dalam dari bagian puncak dari kerucut. Kisaran pemisahan ukuran partikel untuk kerucut desander 12 inci adalah 40 sampai 50 mikron. Kerucut 8 inci akan memisahkan partikel-partikel menjadi 30 sampai 35 mikron.

PERIKSA PEMAHAMAN KALIAN

PERTANYAAN

Tuliskan kisaran pemisahan ukuran partikel untuk shale shaker, pada desander 12 inci, dan desander 8 inci.

JAWAB

Kisaran pemisahan ukuran partikel untuk shale shaker adalah 160 mikron. Kisaran pemisahan ukuran partikel untuk desander 12 inci adalah 40 sampai 50 mikron. Kisaran pemisahan ukuran partikel untuk desander 8 inci adalah 30 sampai 35 mikron

Desilter

Desilter 4 inci memiliki kisan pemisahan ukuran partikel 10 sampai 20 mikron.

Mud Cleaner

Mud cleaner memiliki kisan pemisahan ukuran partikel dari 44 sampai 150 mikron, tergantung pada ukuran saringan.

Centrifuge

Conical bowl centrifuge akan memisahkan partikel-partikel menjadi ukuran 5 mikron, dan contour bowl centrifuge akan memisahkan partikel menjadi 2 mikron.

5.10 Peralatan Pemisah Gas dengan Lumpur Pemboran : Mud Gas Separator

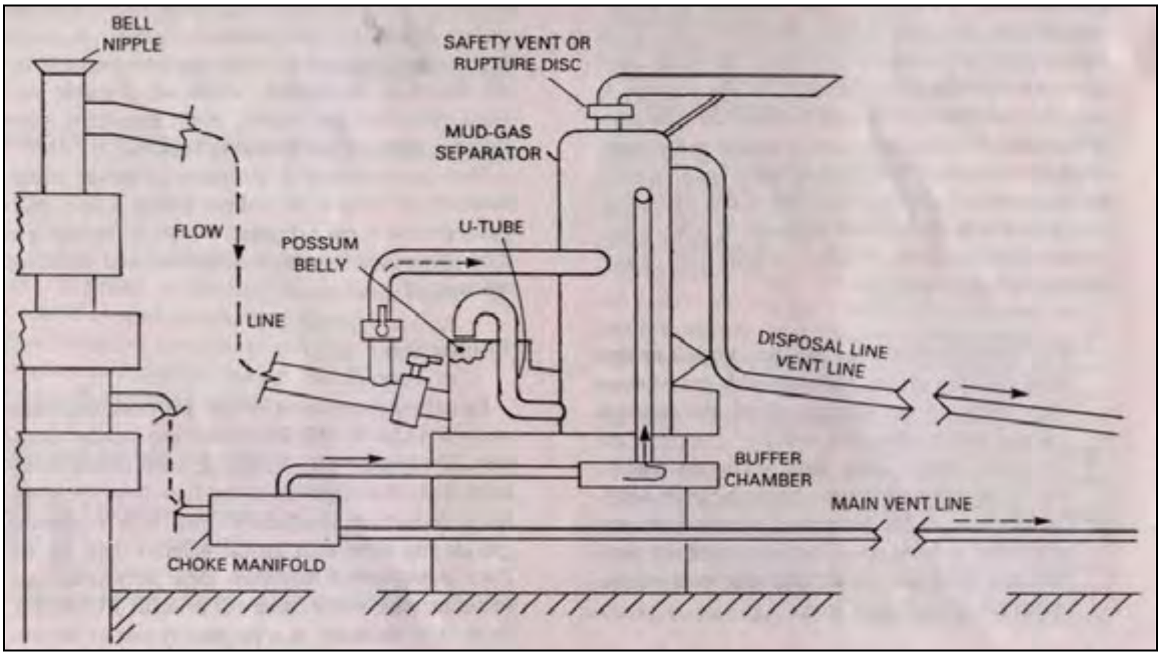
Fungsi dari mud gas separator ini untuk memisahkan gas dari lumpur, sebelum gas memancar masuk ke tangki lumpur yang terbuka.

Pemisahan gas ini dimaksudkan untuk:

- Mengumpulkan dan membuang gas menjauhi rig untuk menghindari bahaya kebakaran dan keracunan oleh gas H2S.
- Menghindari terbuangnya lumpur.



Gambar Mud Gas Separator



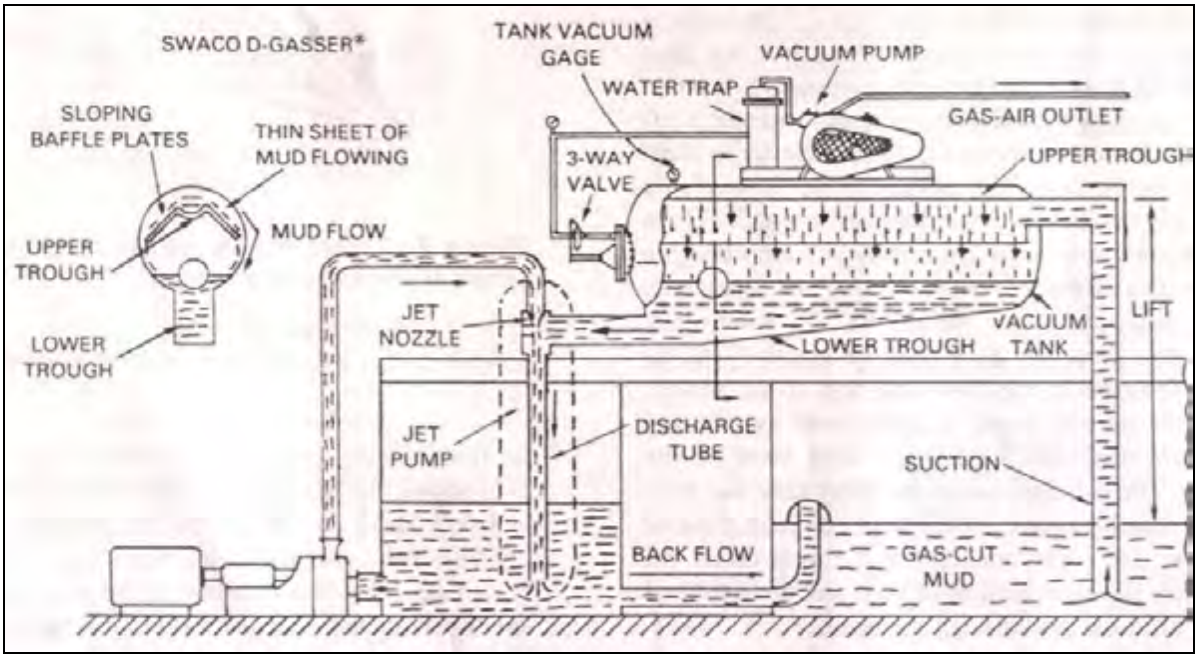
Gambar Sistem Pemipaan pada Mud Gas Separator

Degasser

Fungsi Utama dari degasser adalah menghilangkan gasyang tidak diinginkan dari cairan pemboran.

Jenis Degasser :

- Pump type degasser atau disebut juga Atmosperic degasser, Contoh drillco See Flo dan CD 800 Pioneer degasser.
- Vacum type degasser, dimana type ini dapat dibagi menjadi 2 kelompok besar berdasar posisi tangki atau tabung vacumnya yaitu:
    - Horizontal Tank Vacum Type Degasser, contoh Milchem degasser dan Swaco degasser.
    - Vertical Tank Vacum Type Degasser, contoh   Welco Degasser, Brand degasser, Burgess Magna Vac Degasser.



Gambar Vacuum Degasser

BAB VI
RUMUS-RUMUS DAN PERHITUNGAN-PERHITUNGAN DASAR

6.1 RUMUS-RUMUS DASAR

GRADIENT TEKANAN

Gradient tekanan, psi/ft, mengunakan berat lumpur, ppg

Psi/ft = berat lumpur, ppg x 0,052

Contoh : 12,0 ppg cairan

Psi/f = 12,0ppg x 0,052

Psi/ft = 0,624

Gradient tekanan, psi/ft, mengunakan berat lumpur, lb/ft^3

Psi/ft = berat lumpur, lb/ft^3 x 0,006944

Contoh : 100 lb/ft^3 cairan

Psi/f = 100 lb/ft^3 x 0,006944

Psi/ft = 0,6944

ATAU

Psi/ft = berat lumpur, lb/ft^3/ 144

Contoh : 100 lb/ft^3 cairan

Psi/f = 100 lb/ft^3 / 144

Psi/ft = 0,6944

Gradient tekanan, psi/ft, mengunakan specific gravity (SG)

Psi/ft = berat lumpur,SG x 0,433

Contoh : 1,0 SG cairan

Psi/ft = 1,0 SG x 0,433

Psi/ft = 0,433

Mengkonversi gradient tekanan, psi/ft ke berat lumpur, ppg

Ppg = gradient tekanan, psi/ft / 0,052

Contoh : 0,4992 psi/ft

ppg = 0,4992 psi/ft / 0,052

ppg = 9,6

Mengkonversi gradient tekanan, psi/ft ke berat lumpur, lb/ft^3

lb/ft^3**=** gradient tekanan, psi/ft / 0,006944

contoh : 0,6944 psi/ft

lb/ft^3**=** 0,6944 psi/ft / 0,006944

lb/ft^3 = 100

Mengkonversi gradient tekanan, psi/ft ke berat lumpur, SG

SG = gradient tekanan, psi/ft / 0,433

Contoh : 0,433 psi/ft

SG = 0,433 psi/ft / 0,433

SG = 1

TEKANAN HIDROSTATIK

Tekanan hidrostatik menggunakan ppg dan ft sebagai satuan pengukuran

HP = berat lumpur, ppg x 0,052 x true vertical depth (TVD), ft

Contoh : berat lumpur = 13,5 ppg
TVD = 12.000 ft

HP = 13,5 ppg x 0,052 x 12.000 ft

HP = 8424 psi

Tekanan hidrostatik,psi, menggunakangradient tekanan, psi/ft

HP = psi/ft x true vertical depth (TVD), ft

Contoh : gradient tekanan = 0,624 psi/ft
TVD = 8.500 ft

HP = 0,624 psi/ft x 8.500 ft

HP = 5304

Tekanan hidrostatik,psi, menggunakanberat lumpur, lb/ft^3

HP = berat lumpur, lb/ft^3x 0,006944 x TVD,ft

Contoh : berat lumpur = 90 lb/ft^3

TVD = 7.500 ft

HP = 90 lb/ft^3 x 0,006944 x 7.500,ft

HP = 4687 psi

Tekanan hidrostatik,psi, menggunakan satuan meter

HP = berat lumpur, ppg x 0,052 x TVD,m x 3,281

Contoh : berat lumpur = 12,2 ppg

TVD = 3700 meter

HP = 12,2 ppg x 0,052 x 3.700 ,m x 3,281

HP = 7701 psi

Mengkonversi tekanan, psi, ke berat lumpur, ppg menggunakan satuan feet

berat lumpur, ppg = tekanan, psi / 0,052 / TVD, ft

contoh : Tekanan = 2600 psi

TVD = 5000 ft

Lumpur,ppg = 2600 psi / 0,052 / 5000 ft

Lumpu = 10,0 ppg

Mengkonversi tekanan, psi, ke berat lumpur, ppg menggunakan satuan meter

berat lumpur, ppg = tekanan, psi / 0,052 / TVD,m / 3,281

contoh : Tekanan = 3583 psi

TVD = 2000 ft

Berat lumpur,ppg = 3583 psi / 0,052 / 2000 / 3,281

Berat lumpur = 10,5 ppg

SPESIFIK GRAVITY

Spesifik Gravity menggunakan berat lumpur, ppg

SG = berat lumpur, ppg / 8,33

Contoh : 15,0 ppg

SG = 15,0 ppg /8,33

SG = 1,8

Spesifik Gravity menggunakan gradient tekanan, psi/ft

SG = gradient tekanan, psi/ft / 0,433

Contoh : gradient tekanan = 0,624 psi/ft

SG = 0,624 psi/ft / 0,433

SG = 1,44

Spesifik Gravity menggunakan berat lumpur, lb/ft^3

SG = berat lumpur, lb/ft^3 / 62,4

Contoh : berat lumpur = 120 lb/ft^3

SG = 120 lb/ft^3 / 62,4

SG = 1,92

Mengkonversi SG ke berat lumpur, ppg

berat lumpur, ppg = SG x 8,33

contoh SG = 1,80

berat lumpur, ppg = 1,80 x 8,33

berat lumpur = 15 ppg

Mengkonversi SG ke gradient tekanan, psi/ft

psi/ft = SG x 0,433

contoh : SG = 1,44

psi/ft = 1,44x 0,433

psi/ft = 0,624

Mengkonversi SG ke berat lumpur, lb/ft^3

lb/ft^3= SG x 62,4

contoh : SG = 1.92

lb/ft^3= 1,92 x 62,4

lb/ft^3= 120

PUMP OUTPUT (PO)

Tripleks Pump

Rumus 1

PO = bbl/stk = 0,000243 x $(\text{liner diameter,in})^2$ x (panjang langkah,in)

Contoh :

tentukan pump output, bbl/stk, pada efisiensi 100% untuk pompa tripleks 7 in x 12 in

PO @100% = 0,000243 x 7^2 x 12

PO @100% = 0,142884 bbl/stk

Rumus 2

PO, gpm = [3(D^2 x 0,7854)S] 0,00411 x SPM

Dimana : D = diameter liner

S = panjang langkah

SPM = Stroke Per Minute

Contoh :

Tentukan pump output, gpm untuk pompa tripleks 7 in x in pada 80 stroke per minute :

PO, gpm = [3{72 x 0,0,7854)12] x 80

PO, gpm = 455,5 gpm

ANNULAR VELOCITY (AV)

Annular Velocity (Av), ft/min

Rumus 1

AV = pump output, bbl/min / annular capacity,

Contoh :

pump output = 12,6 bbl/min

annular capacity = 0,1261 bbl/ft

AV = 12,6 bbl/min / 0,1261 bbl./ft

AV = 99,92 ft/min

Rumus 2

$$AV, ft/\min = \frac{24{,}5\ x\ Q}{Dh^2 - Dp^2}$$

Dimana : Q = laju sirkulasi, gpm

Dh = diameter dalam casing atau lubang bor, in

Dp = diameter luar pipa atau collar, in

Contoh : pump output = 530 gpm

Hole size = 12 ¼ in

Pipe OD = 4 ½ in

$$AV = \frac{24{,}5\ x\ 530}{12{,}25^2 - 4{,}5^2}$$

AV = 100 ft/min

RUMUS-RUMUS CAPASITY

Annular capasity

a) bbl/ft

bbl/ft = $\frac{Dh^2 - Dp^2}{1029{,}4}$

b) ft/bbl

ft/bbl = $\frac{1029,4}{Dh^2 - Dp^2}$

c) gal/ft

gal/ft = $\frac{Dh^2 - Dp^2}{24,51}$

d) ft/gal

ft/gal = $\frac{24,51}{Dh^2 - Dp^2}$

6.2 PERHITUNGAN-PERHITUNGAN DASAR MENAIKKAN DENSITAS LUMPUR

Berat lumpur,ppg ditingkatkan dengan barite – 4,2

$$barite, sk/100bbl = \frac{1470(W_2 - W_1)}{35 - W_2}$$

Contoh :

Tentukan jumlah sak barite yang diperlukan untuk menaikkan densitas 100 bbl lumpur 12 ppg (W1) ke 14 ppg (W2)

Barite, sk/100 bbl = $\frac{1470\ (14-12)}{35-14}$

Barite, sk/100 bbl = $\frac{2940}{21}$

Barite = 140 sk/100 bbl

Peningkatan volume, bbl jika menaikkan berat lumpur dengan barite

Peningkatan volume, per 100 bbl = $\frac{100\ (W2-W1)}{35-W2}$

Contoh :

Tentukan peningkatan volume yang terjadi ketika densitas lumpur dinaikkan dari 12 ppg (W1) ke 14 ppg (W2)

Peningkatan volume , per 100 bbl = $\frac{100\,(14-12)}{35-14}$

Peningkatan volume , per 100 bbl = $\frac{200}{21}$

Peningkatan volume = 9,52 per 100 bbl

PENGENCERAN

Menurunkan densitas lumpur dengan air

Air, bbl = $\frac{V_1\,(W_1 - W_2)}{W_2 - D_W}$

Contoh :

Tentukan berapa barrel air 8,88 ppg (Dw) yang diperlukan untuk menurunkan 100 bbl (V1) lumpur 14 ppg (W1) ke 12 ppg (W2)

Air, bbl = $\frac{100(14-12)}{12-8{,}33}$

Air, bbl = $\frac{2000\,)}{3{,}67}$

Air = 54,5 bbl

6.3 Hidrolika Fluida Pemboran

6.3.1 Rheology Fluida Pemboran

A. Sifat Aliran

Jenis aliran fluida pada pipa ada dua, laminer dan turbulent. Pada aliranlaminer (viscous) gerak aliran partikel-partikel fluida yang bergerak padarate yang lambat, adalah teratur dan geraknya sejajar dengan aliran(dinding)Pada aliran turbulen, fluida bergerak dengan kecepatan yang lebih besardan partikel-partikel fluida yang bergerak pada garis-garis yang tak teratursehingga terdapat aliran berputar (pusaran, Eddie current) dan shear yangterjadi tak teratur.Selain dari kedua aliran ada satu aliran yang disebut “plug flow”, yaitualiran khusus untuk fluida aliran plastic dimana shear (geser) terjadididekat dinding pipa saja, dan ditengah-tengah aliran terdapat aliran tanpashear, seperti suatu sumbat. Untuk menentukan aliran tersebut turbulentatau laminer digunakan Reynold Number :

$$Nre = 928\frac{\tau V d}{\mu}$$

dimana :

τ = density fluida aliran,ppg

V = kecepatan aliran,fps

d = diameter pipa, inc

μ = Viscositas,cp

Dari percobaan diketahui bahwa untuk NRe > 3000 adalah turbulent danNRe < 2000 adalah laminer, diantaranya adalah transisi.

Jenis-jenis Fluida Pemboran

Fluida pemboran dapat dibagi dua kelas :

1. Newtonian
2. Non-newtonian
   - Bingham plastis
   - Powerlaw
   - Powerlaw

B. Newtonian Fluids

Adalah fluida dimana viscisitasnya hanya dipengaruhi oleh tekanan dantemperatur, misalnya air,gas dan minyak yang encer.Dalam hal ini perbandingan antara shear stress dan shear rate adalahkonstan, dinamakan μ (viscositas). Secara matematis ini dapatdinyatakan dengan :

$$\tau = \frac{-\mu}{g_c}\frac{dV_r}{d_r}$$ ....(2)

dimana

τ = gaya shear per Unit (shear stress)

dVr/dr = shear rate

gc = convertion constan

C. Non-newtonian Fluids

Setiap fluida yang tidak bersifat adanya perbandingan tetap antara shear
stress dan shear rate, disebut non Nowtonian Fluids.

a. Bingham

Umumnya fluida pemboran dapat dinggap bingham plastis, dalam hal inisebelum terjasi aliran harus ada minimum shear stress yang melebihisuatu harga minimum τ, yang disebut "yield piont". Setelah yield

pointdilampaui, maka penambahan shear stress lebih lanjut akanmenghasilkan shear rate yang sebanding dengan μ, disebut "plastisviscosity", dari pada Bingham plastis.

Jadi :

$$(\tau - \tau y) = \frac{\mu\rho}{g_c}\left(-\frac{dV_r}{dr}\right) \quad ....(3)$$

Selain viscositas plastis ini, didefinisikan pula apparent viscosity(ciscositas semu) untuk Bingham plastic fluids, yaitu perbandingan antarashear stress dan shear rate, yang tidak konstan melainkan bervariasiterhadap shear stress.

b. Power Law Fluids

Untuk pendekatan power law dilakukan dengan menganggap kurvahubungan shear stress terhadap shear rate pada kertas log-log mengikutigaris lurusyang ditarik pada shear rate 300 rpm ini dan 600 rpm.Untuk ini power law dinyatakan sebagai :

$$\tau = K\left(-\frac{dV_r}{dr}\right)^n \quad ....(4)$$

c. Power Law Fluids dengan yield stress

Persamaan yang digunakan adalah :

$$\tau = \tau y + K\left(-\frac{dV_r}{dr}\right)^n$$

6.3.2. Kecepatan Alir Pompa

Pada pompa lumpur pemboran, yang dimaksud dengan pompa adalahbagian unit penggeraknya tidak terlalu menjadi permasalahan, karenaapapun jenisnya tidak banyak bedanya terhadap unit pompa yang dipakaimisalnya memakai mesin uap, listrik, motor mesin, diesel dan lain-

lainUnit pompa dikenal dua jenis dilihat dari mekanisme pemindahan danpendorongan lumpur pemboran, yaitu pompa centrifugal dan pompa torak(piston). Yang sering dipakai dalam pemboran adalah type torak karenamempunyai beberapa kelebihan dari centrifugal, misalnya dapat dilaluifluida pemboran yang berkadar solid tinggi dan abrasive, pemeliharaandan sistem kerjanya tidak terlalu rumit atau keuntungan dapat dipakainyalebih dari satu macam liner sehingga dapat mengatur rate dan tekananpompa yang diinginkan. Dilihat dari jumlah pistonnya, pompa bisa simplex(1 piston) duplex (2 piston), triplex (3 piston) dengan arah kerja dapatberupa single acting (1 arah kerja) atau double acting (2 arah kerja).Kemampuan pompa dibatasai oleh Horse power maksimumnya, sehinggatekanan dan kecepatan alirnya dapat berubah – ubah seperti yangditunjukan dalam persamaan :

$$Hp = \frac{P.Q}{1714} \quad \text{...(5)}$$

Dimana

HP = hourse power yang diterima pompa dari mesin penggerak setelah dikalikan effisiensi mekanis dan safety, hp

P = Tekanan pemompaan, psi

Q = Kecepatan air, gpm

Bila mempunyai hp maksimum, tekanan pompa maksimum dapat dihitungbila kecepatan air maksimum telah ditentukan dengan persamaan.

Q = 0,00679 S.N (2D2 – d2).e... (6)

Dimana

S = Panjang Stroke, inchs

N = Rotasi per menit, rpm

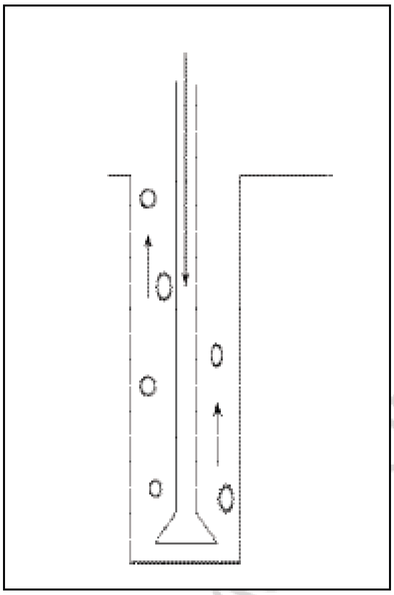
d = Diameter tangkai piston, inchs

D = Diameter liner, inchs

e = Effisiensi volumetrik

6.3.3. Kecepatan Alir Anulus

Dalam proses pemboran langsung, bit yang dipakai selalumenggerus batuan formasi dan menghasilkan cutting, sehingga semakindalam pemboran berlangsung semakin banyak pula cutting yangdihasilkan. Supaya tidak menumpuk dibawah lubang dan tidakmenimbulkan masalah pipe sticking maka cutting tersebut perlu dingkatkepermukaan dengan baik, yaitu banyaknya cutting yang terangkat sebanyak cutting yang dihasilkan.Dalam proses Rotary Drilling lumpur baru masuk lewat dalam pipa dankeluar kepermukaan lewat annulus sambil mengangkat cutting, sepertiterlihat pada gambar 1. sehingga perhitungan kecepatan minimum yangkeluar diperlukan untuk mengangkat cutting kepermukaan (slip velocity)dilakukan di annulus



Gambar 1. Pengangkatan Cutting

Kecepatan slip adalah kecepatan minimum dimana cutting dapat memulaiterangkat atau dalam praktek merupakan pengurangan antara kecepatanlumppur dengan kecepatan dari cuttingg.

$$Vs = V1 - Vp \quad (7)$$

Dimana

Vs = kecepatan slip, ft/menit

V1 = Kecepatan lumpur, ft/menit

Vp = Kecepatan partikel, ft/menit

Dengan memasukan kondisi yang biasa ditemui dalam operasi pemboranmaka didapatkan kecepatan slip sebesar :

$$Vs = 86.5\sqrt{dc(\frac{\rho c}{\rho m} - 1)} \quad \text{...(8)}$$

Dimana

dc = diameter cutting terbesar, inchs

ρc = berat cutting, ppg

ρm = Berat Lumpur, ppg

Begitu pula rate minimumyang harus dipilih sebesar :

$$Qm = \left[86.5\left[dc(\frac{\rho c}{\rho m} - 1) \right]^{0.5} + \frac{ROP}{\left[1 - (\frac{dp}{dh})^2 \right]^{Ca}} \right] A \quad \text{..................................... (9)}$$

dimana :

Qm = Rate minimum, gpm

ROP = kecepatan penembusan

Ca = Fraksi volume cutting di annulus

dp = diameter pipa, inchs

dh = diameter lubang, inchs

A = luas annulus, in2

Pada kondisi pemboran yang normal aliran diannulus laminer.Pada kondisi seperti itu dinding lubang yang belum tercasing mempunyaiselaput tipis sebagai pelindung yang disebut Mud – Cake, agar selaputyang berguna tersebut tidak terkikis oleh lumpur, harus diusahakan alirantetap laminer. Untuk mencegah terjadinya aliran turbulen, dapat dapatdiindikasikan dengan bilangan Reynold. Dengan bilangan reynold yangtidak lebih dari 2000 aliran akan tetap laminer, sehingga batas tersebutdijadikan pegangan untuk menentukan kecepatan maksimum diannulusyang disebut kecepatan kritik.

$$Vca = \frac{1.08PV + 1.08[PV^2 - 9.3(dh - dp)Yb^2 \rho m]^{1/2}}{\rho m(dh - dp)} \quad ....10$$

Dimana :

Vca = kecepatan kritik, ft/ detik

Jadi kecepatan lumpur di annulus harus diantara kecepatan slip dankecepatan kritik.

6.3.4. Kehilangan Tekanan Pada Sistem Sirkulasi

Dalam setiap aliran suatu fluida maka kehilangan tekanan akan selaluterjadi walaupun sangat halus pipa yang dipakai, begitu pula pada prosessirkulasi lumpur pemboran pada seluruh sistem aliran. Dalam menentukanbesarnya tekanan yang hilang sepanjang sistem sirkulasi tersebut, bisadilakukan dengan dua cara, yaitu cara analitis dan cara praktis yangdipakai dilapangan.

A. Cara Praktis

Dalam menghitung besarnya kehilangantekanan dalam sistem sirkulasilumpur pemboran dengan menggunakancara praktis yang biasa dipakaidilapangan, dilakukan dengan menghitung tiap segmen dahulu,

barukemudian dijumlahkan secara total.Segmen-segmen tersebut adalah : peralatan permukaan, drill collar,
annulus Drill Collar, Drillpipe dan annulus.

Peralatan Permukaan

Peralatan permukaan ini biasanya dibagi menjadi 4 type rangkaian, tiap type mempunyai koefisien tersendiri yang akan dipakai dalam perhitungan sbb :

$$P_{loss} = Kl.Kr\frac{\rho m}{10}$$ ....(11)

dimana :

kl = koefisien loss

kr = koefisien rate

Drill Collar

Perhitungan untuk bagian dalam Drill Collar menggunakan rumus :

$$P_{loss} = Kl.Kr.\rho m\frac{L}{10}$$ 12

dimana :

L = panjang Drill Collar, ft

Annulus Drill Collar

Untuk menghitung annulus Drill Collar seperti halnya Drill Collar, rumus yang dipakai sama dengan Drill Collar.

Drill pipe dan Annulusnya

Perhitungan drill pipe dengan annulus Drill pipe dihitung bersama-samasekaligus, tidak seperti Drill Collar dipisahkan. Persamaan yang dipakaiadalah (12).

Komponen	Komb. No. 1		Komb. No. 2		Komb. No. 3		Komb. No. 4	
	ID	L	ID	L	ID	L	ID	L
Stand Pipe	2"	40'	3.5"	40'	4"	45'	4"	45'
Rotary Hose	2"	45'	2.5"	45'	3"	55'	3"	55'
Swivel	2"	4'	2.5"	5'	2.5"	5'	3"	5'
Kelly	2.25"	40'	3.25"	40'	3.25"	40'	4"	40'
OD Drill Pipe	Panjang ekuivalent peralatan permukaan terhadap drill pipe.							
3.5"	437		161		-		-	
4.25"	-		761		479		340	
5"	-		-		816		579	

Gambar 2. Panjang Ekuivalent Peralatan Permukaan

B. Pembahasan HP Tekanan dan Rate Pompa

Pompa yang dipakai dalam sirkulasi lumpur pemboran biasanyamenggunakan pompa piston sehingga rate maksimum dengan suatudiameter liner tertentu adalah persamaan (6). Harga sebesar ini tidakpernah tercapai karena faktor-faktor effisiensi volumetrik, mekanik, danlain-lain, sehingga effisiensi totalnya sekitar hanya 70% saja.Besarnya HP merupakan pencerminan kekuatan suatu pompa, sehingga

sebagai pegangan awal harga yang dipegang tetap konstan adalah Hp ini.Besarnya effisiensi sekitar 70% saja.Begitu pula tekanan maksimum dari pompa mengalami penurunan sekitar65%. Untuk memenuhi kebutuhan yang diperlukan, penambahan Rateatau tekanan bisa dilakukan penggantian liner yang terdapat pada konstantersebut, sehingga rate yang diinginkan dapat tercapai, tetapikonsekwensinya bila liner diganti dengan yang lebih besar untukmenambah rate maksimum, akan terjadi penurunan takanan maksimu

C. Bit Hydraulic

Konsep Hidrolika Bit tidak lain mengoptimasikan aliran lumpur pada pahatpemboran, sedemikian rupa sehingga dapat membantu laju

penembusan(penetration rate)Bila pada Bit Konvensionalaliran fluida dengan sengaja menyentuh gigi

Bit, sehingga gigi Bit terbersihkan langsung oleh fliuda yang masih bersihdan fluida yang sudah mengandung cutting. Sedangkan pada jet Bit,pancaran fluida diutamakan langsung menyentuh batuan formasi yangsedang ditembus, sehingga funsgsi fluida ini sebagai pembantumelepaskan batuan yang masih melekat yang sudah dipecahkan oelh gigiBit, kemudian fluida yang telah mengandung cutting tersebut menyentihgigi Bit sebagai fungsi membersihkan dan mendinginkan Bit.Dengan kejadian tersebut, Pada Jet Bit diharapkan tidak akan terjadipenggilingan/pemecahan ulang (regrinding) pada cutting oleh gigi Bitsehingga effektifitas Bit maupun laju penembusan dapat lebih baik.Perbedaan pancaran terjadi antara Bit konvensional dan Jet Bit dipasangNozzle, ialah sebuah lubang yang mempunyai diameter keluaran lebihkecil daripada masukan sehingga mempertinggi rate. Biasanya diameterNozzle tersebut diameternya tertentu dengan satuan 1/32 inches.Faktor-faktor yang menentukan dan mempengaruhi hidrolika dandesainnya adalah :

1. Ukuran dan geometri sistem sirkulasi. Hal ini menyangkut variasidiameter sumur maupun diameter peralatan dan kemampuanperalatan pompa.
2. Sifat fisik fluida pemboran
3. Pola aliran. Pola aliran ini menyangkut pola aliran laminer yangdiwajibkan pada tempat – tempat tertentu serta pola aliran turbulentyang terpaksa diperbolehkan pada tempat-tempat tertentu pula.Kerja aliran/pancaran lumpur keluar dari Bit Menuju batuan formasimerupakan pokok pembicaraan dalam Bit hydraulics, dengan kerja yangoptimum maka diharapkan laju penembusan (penetration rate) dapatditingkatkan serta pengangkatan Cutting seefektif mungkin sehinggapenggilingan kembali (Regrinding) seperti dijelaskan semula

dapatdikurangi sekecil mungkin.Dalam usaha mengoptimasikan hydrolika ini, ada 3 (tiga) prinsip yang satu

sama lain saling berbeda dalam hal anggapan-anggapannya. Ketigaprinsip tersebut adalah :

D. Bit Hydraulic Horse power (BHHP)

Prinsip dasar dari metoda ini menganggap bahwa semakin besar dayayang disampaikan fluida terhadap batuan akan semakin besar pula efekpembersihanya, sehingga metoda ini berusaha untuk mengoptimumkanHorse Power (daya) yang dipakai di Bit dari Horse Power pompa yangtersedia dipermukaan.

E. Bit Hydraulic Impact (BHI)

Prinsip dasar dari metoda ini, menganggap bahwa semakin besar Impact(tumbukan sesaat) yang diterima batuan formasi dari lumpur yangdipancarkan dari Bit semakin besar pula efek pembersihanya, sehinggametoda ini berusaha untuk mengoptimumkan impact pada Bit.

F. Jet Velocity (JV)

Metoda ini berprinsip semakin besar rate yang terjadi di Bit akan berartisemakin besar effektifitas pembersihan dasar lubang, maka metoda iniberusaha untuk mengoptimumkan rate pompa supaya rate di Bitmaksimum.Pada dasarnya kemampuan pompa memberikan tekanan pada sistemsirkulasi adalah habis untuk menanggulangi kehilangan tekanan (pressureloss) pada seluruh sistem sirkulasi seperti yang telah dijelaskanpada babsebelumnya, padahal kehilangan tekanan di Bit merupakan parameteryang cukup menentukan dalam perhitungan optimasi hidrolika, untuk itumaka kehilangan tekanan dibagi dua Yaitu : yaitu kehilangan tekananseluruh sistem sirkulasi kecuali Bit yang disebut sebagai parasiticpressure loss (Pp) karena tidak menghasilkan apa-apa, hanya hilangenergi karena gesekan fluida saja. Bit Pressure Loss (Pp) adalahbesarnya tekanan yang dihabiskan untuk menumbuk batuan

formasi olehpancaran fluida di Bit.Dalam sistem sirkulasi juga seperti yang telah dijelaskan pada babsebelumnya bahwa akan terdapat dua jenis pola aliran yaitu Laminer danTurbulent, dimana masing-masing pola menempati tempatnya sendirisendiri.Didalam pipa mulai dari Stant pipe, Swivel, Kelly, Drillpipe, danDrill Collar akan terjadi pola aliran Turbulent. Sedangkan pada annulusantara Drill Collar dan Open Hole biasanya dibiarkan Turbulent tapi bilaterjadi Laminer lebih baik lagi, Annulus Drill Pipe dengan Open Holemaupun Drill pipe dengan casing diwajibkan beraliran Laminer akan tetapiharus lebih besar dari rate minimum.

5.1 Optimasi Dengan Perhitungan

Dalam menghitung optimasi Hydrolika yang menyangkut penentuanrate optimum, telah dijelaskan dalam bab sebelumnya. Sedangkanpenentuan ukuran Nozzle yang merupakan fungsi dari density lumpur,rate optimum dan kehilangan tekanan di Bit dijabarkan dalam bentukpersamaan sebagai berikut :

$$A = \left[\frac{p.mQ_{0pt}^2}{10858P_b} \right]^{0.5} \quad \text{...13}$$

Dimana :

ρm = Density Lumpur, ppg

Q0pt= Laju Optimum, gpm

Pb = Pressure loss di Bit, psi

Sebelum melakukan perhitungan dahulu harus ditentukan besarnya faktorpangkat (Z) dan Konstanta Kehilangan tekanan (Kp), denganmenggunakan persamaan (14) atau (15) dan (16) atau (17), antara lain

$$Z = \frac{\log(P_{pi}/P_{p2}}{\log(Q2/Q3)} \qquad ....14$$

$$Z = \frac{\log(Pp2/Pp1}{\log(Q2/Q1)} \qquad ....15$$

$$Kp = Pp^2 . Q2^{-Z} \qquad ....16$$

$$Kp = \frac{P\rho_1}{Q_1^{-Z}} \qquad ....17$$

Selain itu perlu diketahui terlebih dahulu rate minimum, rate maksimum,tekanan maksimum pompa, daya maksimum pompa dan density lumpur.Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa perhitungan pun akandisajikan dalam 3 (tiga) konsep yang saling berbeda, yaitu : Bit HydraulicHorse Power (BHHP), Bit Hydraulic impact (BHI) dan Jet velocity (JV).

6.4 Konsep BHHP

Langkah – langkah untuk menentukan optimasi adalah sebagai berikut :

a. Kondisi Tekanan Maksimum

1. hitung kehilangan tekanan di Bit dengan persamaan :

$$Pb = \frac{Z}{Z+1} Pm \qquad ....18$$

2. Hitung Rate optimumdengan persamaan :

$$Q_{opt} = \left[\frac{Pm}{(Z+1)Kp}\right]^{\frac{1}{2}} \qquad ....19$$

3. Perhatikan apakah Qopt lebih kecil dari rate minimum (Qmin). Jika terpenuhi, Qopt = Qmin

Pb = Pm – Kp QZ opt ....(20)

4. Perhatikan apakah Qopt lebih kecil dari rate maksimum(Qmax). Jika tidak terpenuhi, Qopt = Qmin

Pb = Pm – Kp QZ opt 21

5. Hitung daya yang diperlukan dipermukaan(HPs)

$$A = \left[\frac{\rho m Q_{opt}^2}{10858.Pb}\right]^{\frac{1}{2}}$$ .... (22)

6. Perhatikan apakah daya yang diperlukan dipermukaan (HPs) tersebut tidak lebih besar dari daya maksimum pompa (Hpm). Jika tidak terpenuhi, bisa dicoba dengan kondisi yang lain :

7. Hitung luas Nozzle total yang optimum dengan persamaan :

$$A = \left[\frac{\rho m Q_{opt}^2}{10858.Pb}\right]^{\frac{1}{2}}$$ 23

b. Kondisi Daya Maksimum

1. Hitung kehilangan tekanan di Bit dengan persamaan

$$Pb = 1714\,\frac{HPm}{Q\min} - Kp.Q_{\min}^{z}$$ 24

2. hitung Rate optimum (Qopt) dengan persamaan :

$Q_{opt} = Q_{min}$

3. hitung tekanan yang diperlukan dipermukaan (Ps)dengan persamaan

$$P_s = \frac{1714 HP_m}{Q_{min}} \qquad \text{...25}$$

4. Perhatikan apakah Ps lebih kecil dari tekanan maksimum pompa (Pm)

Jika terpenuhi, bisa diciba dengan metoda yang lain.

5. hitung Luas Nozzel total yang optimum dengan persamaan

$$A = \left[\frac{pmQ_{opt}^2}{10858\,Pb}\right]^{1/2} \qquad \text{.. 26}$$

c. Kondisi Pertengahan

1. hitung rate optimum(Qopt) dengan persamaan :

$$Q_{opt} = \frac{1714 HPm}{Pm} \qquad \text{...27}$$

2. Hitung Kehilangan tekanan di Bit dengan persamaan :

$$P = Pm - Kp\left[\frac{1714\,HPm}{Pm}\right]^z \qquad \text{..28}$$

3. Hitung Luas Nozzel total yang optimum dengan persamaan :

$$A = \left[\frac{pmQopt^2}{10858\,Pb}\right]^{1/2} \qquad \text{...29}$$

5.3 Konsep BHI

Langkah-langkah untuk menentukan optimasi dalam konsep BHI adalah sebagai berikut :

a. Kondisi Tekanan Maksimum

1. Hitung Kembali tekanan di Bit dengan persamaan :

$$Pb = \frac{Z}{z+2} Pm \quad \text{.. 30}$$

2. Hitung rate optimum (Qopt) dengan persamaan :

$$Q_{opt} = \left[\frac{2Pm}{(z+2)Kp} \right]^{1/2} \quad \text{.. 31}$$

3. Perhatikan apakah Qopt tersebut lebih besar dari rate minimum(Qmin). Jika tidak terpenuhi :

Qopt = Qmin

Pb = Pm – Kp.Q^{Z}opt...32

4. Perhatikan apakah Qopt lebih kecil dari rate maksimum (Qmak)
Jika tidak terpenuhi,
Qopt = Qmak
Pb = Pm – Kp.Qzopt...(33)

5. Hitung daya yang diperlukan dipermukaan

$$Hps = \frac{Pm.Q_{opt}}{1714} \quad \text{...34}$$

6. Perhatikan apakah HPs lebih kecildari daya pompa maksimum (HPm). Jika tidak terpenuhi, bisa dicoba dengan kondisi yang lain.

7. Hitung luas Nozzle total yang optimum dengan persamaan :

$$A = \left[\frac{\rho m Qopt^2}{10858\, Pb} \right]^{1/2} \quad \text{.. 35}$$

b. Kondisi Daya Maksimum

1. Hitung rate optimumdengan menggunakan persamaan :

$$Q_{opt} = \left[\frac{1714 Hpm}{(Z+2)Kp}\right]\frac{1}{Z+1}$$

....36

2. Hitung kehilangan tekanan di Bit dengan persamaan :

$$Pb = \frac{Z+1}{Z+2}\left[\frac{1714\,Hpm}{Q_{opt}}\right]$$

....37

3. Periksa Qopt tidak lebih besar dari Qmak

Jika tidak terpenuhi maka :

$$Pb = \left[\frac{Hpm1714}{Q_{mak}}\right] - Kp.Q_{max^z}$$

....38

4. Periksa Qopt tidak lebih kecil dari Qmin. Jika tidak terpenuhi maka : Qopt = Qmin

$$Pb = \left[\frac{Hpm1714}{Q_{min}}\right] - Kp.Q_{min^z}$$

.... 39

5. Hitung tekanan yang diperlukan dipermukaan (Ps)

$$Ps = \frac{Hpm1714}{Q_{opt}}$$

.... 40

6. Perhatikan apakah Ps tidak lebih besar dari Pm

Jika tidak terpenuhi coba dengan kondisi Yang lain :

7. Hitung luas Nozzle total optimum, dengan persamaan

$$A = \left[\frac{\rho m Q_{opt^2}}{10858\,Pb}\right]^{0.5} \qquad \text{.......... 41}$$

c. Kondisi Pertengahan

1. Hitung rate optimum dengan persamaan :

$$Q_{opt} = \frac{1714 HPm}{Pm} \qquad \text{.......... 42}$$

2. Hitung kehilangan tekanan di Bit

$$Pb = Pm - Kp\left[\frac{Hpm.1714}{Pm}\right]^{z} \qquad \text{.......... 43}$$

3. Hitung luas Nozzle total optimum

$$A = \left[\frac{\rho m Q_{opt^2}}{10858\,Pb}\right]^{1/2} \qquad \text{.......... 44}$$

5.4 Konsep JV

Langkah – langkah untuk menentukan optimasi dalam konsep jet Velocity

hanya dibagi dua bagian

a. Kondisi Tekanan Maksimum

1. Tentukan rate optimum dengan persamaan :

$Q_{opt} = Q_{min}$

3. Hitung daya yang diperlukan dipermukaan (HPs) dengan menggunakan persamaan :

$Pb = Pm – Kp\ Q_{min}^2$
(42)

4. Perbaikan apakah HPs tidak lebih besar dari daya pompa maksimum (HPm). Jika tidak terpenuhi, coba dengan kondisi yang lain

$$HPs = \frac{Pm.Q_{min}}{1714}$$

5. Hitung luas Nozzle total dengan menggunakan persamaan :

$$A = \left[\frac{\rho m.Q_{opt^2}}{10858\,Pb}\right]^{1/2}$$

b. **Kondisi Daya Maksimum**

1. Tentukan rate optimum dengan menggunakan persamaan :

$Q_{opt} = Q_{min}$

2. Tentukan kehilangan tekanan di Bit dengan menggunakan persamaan :

$$Pb = \frac{HPm.1714}{Q_{max}}$$

$Q_{opt} = Q_{min}$

3. Hitung tekanan yang diperlukan ini permukaan (Ps) dengan menggunakan persamaan :

$$Ps = \frac{HPm.1714}{Q_{min}}$$

4. Perhatikan apakah Ps tidak lebih besar dari tekanan maksimum pompa (Pm). Jika tidak terpenuhi, kondisi optimumdalam konsep Jet Velocity tidak tercapai.

5. Hitung luas total Nozzle dengan menggunakan persamaan :

$$A = \left[\frac{\rho m.Q_{opt^2}}{10858\,Pb}\right]^{1/2}$$

6.4 Evaluasi Hasil Optimasi

Untuk mengetahui apakah hasil optimasi yang telah dilakukan betul-betul naik efeknya atau tidak, ditentukan dengan melihat parameter yang bisa dievaluasi untuk masing – masing konsep, yaitu sebagai berikut :

a. Konsep BHHP

Evaluasi Dapat dilakukan melalui horse power per Square inches (HSI) di Bit.

$$HSI = \frac{Pb.Q_{opt}}{1714Ab}$$

$$HSI = \frac{Pb.Q_{opt}}{1346Ab}$$

b. Konsep BHI

Dalam mengevaluasi hasil optimasi dalam konsep BHI, dilakukan dengan
menghitung Bit Impact (BIF)

BIF = Ki QPb0.5 (50)

Di konversikan dengan kondisi lapangan, menjadi :

BIF = 1.73.10-2 Q(ρm.Pρ)0.5 (

c. Konsep JV

Dalam konsep ini evaluasi bisa dilakukan melalui kecepatan aliran di Bit (Vb).

$$Vb = Kv\ Pb^{0.5}$$

Dikonversikan dengan kondisi lapangan, menjadi :

$$Vb = 0.321\ \frac{Q_{opt}}{A_n}$$

Hasil evaluasi yang didapat hanya dipakai membandingkan satu kasusyang sama yang dikerjakan dengan metoda/konsep yang sama antarakondisi lapangan yang sedang dipakai dengan perhitungan optimasi yangdidapat, sedangkan untuk membandingkan tiap konsep dengan konseplainnya tidak dapat dilakukan, karena satu sama lain seperti telahdijelaskan sebelumnya mempunnyai kelebihan – kelebihanpada konsepmasing-masing.

6. Contoh Soal

Kedalaman : 6000 ft

Rate minimum : 444 gpm

Rate maksimum : 762 gpm

Daya maksimum : 1388

Tekanan permukaan maksimum : 2145 psi

Densitas lumpur : l9.2 ppg

Dari Slow Pump Rate test diperoleh :

Pp1 = 560 psi Q1 = 432 gpm

Pp2 = 155 psi Q2 = 211 gpm

Berdasarkan optimasi dengan konsep BHHP, BHI, dan JV dari data-data diatas, ditentukan :

1. Rate Optimum
2. Tekanan permukaan yang digunakan
3. Kehilangan tekanan di Bit
4. Kombinasi ukuran Nozzle optimum

REFERENSI

1. Adam, Neal, J. : “Drilling Engineering, Complete Well Planing Approach“, Penn Well Publishing Company, Tulsa, Oklahoma, 1985.

2. Kaswir Badu, “Drilling Fluids and Hydraulic”, Diktat Advanced Drilling, Pusdiklat Migas, 2008

3. Rabia, H., *“Oil Well Drilling Engineering Principles and Practice”,* University of New Castle, UK, 1985.